

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

10/813,890 filed 3/31/04
Tatsuhiko Yabuki et al
JW Price, Esq.
949-253-4920
82478-6200

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 3月16日

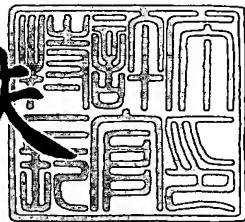
出願番号
Application Number: 特願2004-073962
[ST. 10/C] [JP 2004-073962]

出願
Applicant(松下電器産業株式会社)

2004年 4月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3027093

【書類名】 特許願
【整理番号】 2925150097
【提出日】 平成16年 3月16日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01J 61/30
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 矢吹 達浩
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 内田 紀幸
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 岩崎 隆之
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 飯田 史朗
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100090446
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 中島 司朗
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-105156
 【出願日】 平成15年 4月 9日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 014823
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9003742

【書類名】特許請求の範囲**【請求項1】**

加熱により軟化させた直管状のガラス管の略中央部を成形治具の頂部に掛止させて、前記ガラス管を前記成形治具の外周の巻き付け溝に巻き付けて形成される2重螺旋形状の発光管の製造方法であって、

前記成形治具は、軟化し始めた前記直管状のガラス管の下方に配されており、前記軟化状態のガラス管を垂下させて前記成形治具の頂部に掛止させることを特徴とする発光管の製造方法。

【請求項2】

前記直管状のガラス管の加熱は、当該ガラス管における2重螺旋形状に形成される2重螺旋形成予定域の温度が当該ガラス管の軟化温度以上軟化温度+150℃以下の範囲の温度になるように行われることを特徴とする請求項1に記載の発光管の製造方法。

【請求項3】

前記直管状のガラス管の加熱は、前記2重螺旋形成予定域における長手方向の温度の変動幅が、ガラス管を加熱する設定温度に対して-8℃以上+8℃以下の範囲になるように行われることを特徴とする請求項1又は2に記載の発光管の製造方法。

【請求項4】

前記成形治具は、前記ガラス管における2重螺旋形成予定域の略中央の下方であって、その軸心が略垂直となるように配れていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

【請求項5】

前記ガラス管は、軟化前の直管状のときにガラス管の管軸が略水平となるように、両端部で保持されることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

【請求項6】

前記ガラス管が垂下している際、前記ガラス管の2重螺旋形成予定域の略中央部が下方に垂れることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

【請求項7】

前記ガラス管の2重螺旋形成予定域を前記成形治具の外周の巻き付け溝に巻き付ける前に、当該ガラス管の2重螺旋形成予定域を前記巻き付け溝と平行にすることを特徴とする請求項2～6のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

【請求項8】

前記ガラス管の両端部は、チャック部により保持されており、

前記ガラス管の2重螺旋形成予定域を前記巻き付け溝と平行に保持するのは、前記各チャック部が、前記成形治具をその軸心方向から見たときに、当該両チャック部を結ぶ線上であって両者が離れる方向に移動することによりなされることを特徴とする請求項7に記載の発光管の製造方法。

【請求項9】

前記ガラス管の2重螺旋形成予定域を支持する支持ローラが前記成形治具の周辺に少なくとも一対設けられており、前記軟化状態のガラス管を垂下させて前記両支持ローラ上に跨るように載置することを特徴とする請求項2～8のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

【請求項10】

軟化させたガラス管の略中央部を成形治具の頂部に掛止させて、前記ガラス管を前記成形治具の外周の巻き付け溝に巻き付けて形成される2重螺旋形状の発光管の製造方法であって、

前記軟化状態のガラス管の両端部は、前記ガラス管の前記成形治具への巻き付けに伴つて前記成形治具に近づく方向に移動するチャック部により保持されており、

前記ガラス管が前記成形治具に巻き付けられる巻き付け速度が、前記チャック部の移動速度より速いことを特徴とする発光管の製造方法。

【請求項 11】

前記移動速度が、前記巻き付け速度に対して、0.6倍以上1倍未満の範囲に設定されていることを特徴とする請求項10に記載の発光管の製造方法。

【請求項 12】

前記軟化状態のガラス管は、成形治具の周辺に設けられた一対の案内ローラにより、前記成形治具の巻き付け溝に案内されることを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

【請求項 13】

前記案内ローラは、当該案内ローラの軸心が前記成形治具の軸心に対して $\pi/2 - \alpha$ の角度で傾斜して配されていることを特徴とする請求項12に記載の発光管の製造方法。

【請求項 14】

前記ガラス管を前記成形治具の外周の巻き付け溝に巻き付ける際に、前記成形治具の頂部に掛止されたガラス管内にガスを送り込んで当該ガラス管を膨らませると共に、巻き付け終了後のガラス管内に冷却用のガスを送り込むことを特徴とする請求項1～13のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

【請求項 15】

請求項1～14のいずれか1項に記載の発光管の製造方法により製造された発光管。

【書類名】明細書

【発明の名称】発光管の製造方法及び発光管

【技術分野】

【0001】

本発明は、軟化させたガラス管の略中央部を成形治具の頂部に掛止させて、前記ガラス管を前記成形治具の外周に巻き付けて形成される2重螺旋形状の発光管の製造方法及び発光管に関する。

【背景技術】

【0002】

省エネルギー時代を迎え、ランプ効率が高くしかも長寿命な低圧水銀放電ランプ、特に、蛍光ランプが注目されている。このような蛍光ランプに使用する発光管に、本発明者らは、2重螺旋形状に湾曲させたガラス管の適用を検討している。なお、発光管を2重螺旋形状に構成すると、同じ大きさの発光管、例えば、「U」字状に湾曲するガラス管を3本結合させたものに比べて、放電路長を長くでき、発光光束の増加を図ることができるメリットがある。以下、2重螺旋形状の発光管の製造方法について説明する（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

図13は、直管状のガラス管を湾曲させて2重螺旋形状に形成する工程を説明する図であり、図14は、加熱炉と成形治具の位置関係を示す図である。

ここで、加熱炉と成形治具との位置関係は、図14に示すように、成形治具の軸心が垂直状態で加熱炉の手前に配されている。

それでは、2重螺旋形状に形成する工程について説明する。

【0004】

まず、電気炉等の加熱炉910を利用してガラス管900を加熱する。この加熱は、図13の(a)に示すように、ガラス管900における2重螺旋形状に形成する部分に相当する中間部分を加熱炉910内にセットし、中間部分が軟化するまで行う。

加熱炉910内にセットされたガラス管900の中間部分が軟化すると、ガラス管900の両端を把持して加熱炉910から取り出し、図14の仮想線で示すガラス管900aのように、加熱炉910から加熱炉910の手前にある成形治具920の上方にまで移送（矢印方向）した後、同図の仮想線で示すガラス管900bのように、成形治具920の頂部921に位置あわせする。

【0005】

この成形治具920は、図14に示すように、その頂部921にガラス管900を引っ掛け止めるための一対の掛止部923, 924備え、また外周には、図13の(b)に示すように、ガラス管900の中間部分を所望の2重螺旋形状に巻き付けるための巻き付け溝922が形成されている。

図14に示すガラス管900bの中央部901bを、一対の掛止部923, 924間に位置合わせできると、図13の(b)に示すように、成形治具920をB2方向に回転させると共に、C方向にも送る（移動させる）。

【0006】

この成形治具920の回転により、ガラス管900が成形治具920の頂部921の掛止部923, 924で引っ掛けられて固定され、また成形治具920の回転と送りとにより、ガラス管900が、成形治具920の巻き付け溝922に沿って巻き付けられる。

なお、成形治具920の掛止部923, 924で掛止されたガラス管900内に、一定圧力の窒素ガスをガラス管900の端部から送り込み、巻き付け中のガラス管900を膨らませている。これにより、ガラス管900に外周面における巻き付け溝922側の部分を成形治具920の巻き付け溝922の壁面に当接させて、ガラス管900の横断面形状を成形治具920の巻き付け溝922の横断面形状に合わせている。

【0007】

そして、成形治具920に巻き付けられたガラス管900が、その温度の降下に伴って

軟化状態から硬化状態になると、成形治具920をB2方向と反対方向に回転させて、巻き付けられたガラス管900を成形治具920から取り外して、図13の(c)に示すような、2重螺旋形状に形成されたガラス管950を得ている。

なお、得られたガラス管950には、その後、ガラス管950の端部の除去、ガラス管950の内周面への蛍光体の塗布、さらに、端部への電極の封着等の処理が公知の方法により施され、これにより発光管が完成する。

【特許文献1】特開平08-339780号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来の製造方法では、ガラス管900を成形治具920の巻き付け溝922に沿って巻き付けられなかったり、巻き付けられたとしても、でき上がった2重螺旋形状が異形であったりする等の不良品が多発した。

つまり、ガラス管900を成形治具920に巻き付ける際に、図15に示すように、ガラス管900が成形治具920の巻き付け溝922から外れてしまう（符号「954」で表示）ことが頻繁に生じた。

【0009】

また、形成されたガラス管950は、図16に示すように、2重螺旋形状をしてはいるものの、2重螺旋形状の外径が一部的に大きくなったり（符号「951」で表示）、ガラス管の一部の径が細く（符号「952」で表示）なったり、逆にガラス管の一部が太く（符号「953」で表示）なったりしているのである。

なお、従来の製造方法で発光管を量産試作した結果、直管状のガラス管から2重螺旋形状のガラス管を形成する形成工程での上記不良品の発生率は50%程度であった。

【0010】

本発明は、上記のような問題点に鑑みてなされたもので、不良品の発生を抑えることができる発光管の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明に係る発光管の製造方法は、加熱により軟化させた直管状のガラス管の略中央部を成形治具の頂部に掛止させて、前記ガラス管を前記成形治具の外周の巻き付け溝に巻き付けて形成される2重螺旋形状の発光管の製造方法であって、前記成形治具は、軟化し始めた前記直管状のガラス管の下方に配されており、前記軟化状態のガラス管を垂下させて前記成形治具の頂部に掛止させることを特徴としている。

【0012】

ここでいう「ガラス管を垂下させる」とは、ガラス管を略垂直に下げることであり、「2重螺旋形状」とは、ガラス管の中央を折り返して形成した折り返し部から両端部までが旋回するような形状だけでなく、折り返し部から端部手前までが旋回軸を中心に旋回し、端部手前から端部までが旋回軸と平行にしたような形状も含む。

また、「成形治具は、軟化し始めた前記直管状のガラス管の下方に配されており」とは、ガラス管が軟化するまでは、ガラス管の下方に成形治具が配されているか否かを問わず、軟化したガラス管が成形治具の頂部に掛止させる位置に垂下したときに、ガラス管の下方に相当する位置に成形治具が配されていることを指す。

【0013】

さらに、ここでは、ガラス管を軟化させる前のガラス管の形状は、直管状、湾曲状を問わない。また、直管状のガラス管を一旦加熱して湾曲状にし、さらに加熱させて軟化させても良い。

この方法によれば、軟化したガラス管の中央部が、軟化により垂れたとしても、その方向がガラス管の移動方向と同じであるため、中央部の成形治具への位置合わせが容易となる。このため、ガラス管の温度が低下する前にガラス管の成形治具への巻き付けを開始できる。

【0014】

また、軟化させたガラス管の略中央部を成形治具の頂部に掛止させて、前記ガラス管を前記成形治具の外周の巻き付け溝に巻き付けて形成される2重螺旋形状の発光管の製造方法であって、前記軟化状態のガラス管の両端部は、前記ガラス管の前記成形治具への巻き付けに伴って前記成形治具に近づく方向に移動するチャック部により保持されており、前記ガラス管が前記成形治具に巻き付けられる巻き付け速度が、前記チャック部の移動速度より速いことを特徴としている。

【0015】

この方法によれば、巻き付け中のガラス管には、引張りの負荷が作用することになり、ガラス管の径が変化するのを防止することができる。

【発明の効果】**【0016】**

以上のように本発明に係る発光管の製造方法は、加熱により軟化させた直管状のガラス管の略中央部を成形治具の頂部に掛止させて、前記ガラス管を前記成形治具の外周の巻き付け溝に巻き付けて形成される2重螺旋形状の発光管の製造方法であって、前記成形治具は、軟化し始めた前記直管状のガラス管の下方に配されており、前記軟化状態のガラス管を垂下させて前記成形治具の頂部に掛止させる。

【0017】

このため、軟化状態にあるガラス管が垂下中に垂れ下がっても、その方向がガラス管の移送方向と一致しているので、垂れ下がった部分の振れを小さくできると共に、ガラス管の垂下方向に成形治具が配置されているので、ガラス管をそのまま垂下させるだけで、ガラス管を成形治具の頂部に載置できる。

従って、ガラス管が軟化し始めてから成形治具に設置するまでの時間が略一定となり、成形治具に巻き付ける時のガラス管の温度管理が容易かつ正確にでき、ガラス管を成形治具に略同一条件で巻き付けることができる。このため、例えば、従来の製造方法で発生していた、2重螺旋形状に形成されたガラス管の管径が、太くなったり、細くなったりするのを防止できる。

【0018】

また、軟化させたガラス管の略中央部を成形治具の頂部に掛止させて、前記ガラス管を前記成形治具の外周の巻き付け溝に巻き付けて形成される2重螺旋形状の発光管の製造方法であって、前記軟化状態のガラス管の両端部は、前記ガラス管の前記成形治具への巻き付けに伴って前記成形治具に近づく方向に移動するチャック部により保持されており、前記ガラス管が前記成形治具に巻き付けられる巻き付け速度が、前記チャック部の移動速度より速い。

【0019】

このため、ガラス管には、その長手方向に絶えず引張り負荷が作用することになり、ガラス管を成形治具の外周に緩むことなく巻き付けることができ、2重螺旋形状に形成されたガラス管の外径が一部で大きくなるのを防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0020】**

以下、電球形蛍光ランプの発光管に本発明を適用させた実施の形態について図1から図10を用いて説明する。

1. 構成について

(1) 全体構成

電球形蛍光ランプ100は、図1に示すように、ガラス管120を2重螺旋形状に湾曲させてなる発光管110と、発光管110を保持する有底筒状の保持部材210と、発光管110を点灯させるための電子安定器300と、保持部材210の周壁220に被嵌して電子安定器300を覆うコーン状のケース250と、発光管110を覆うグローブ400とを備える。なお、ケース250における下部側（保持部材210と嵌合する側と反対側）には、一般電球と同型の口金380が取り付けられている。

【0021】

電子安定器300は、コンデンサー310、330、340、チョークコイル320等の複数の電気部品から構成されたシリーズインバータ方式であって、これらの電気部品を実装する基板360が保持部材210に取着されている。

グローブ400は、一般電球と同様に、装飾性に優れたガラス材からなり、その形状がなす状、所謂A型をしている。なお、ここでは、グローブ400の形状としてA型を使用しているが、この形状に限定するものではなく、また、グローブを備えなくても良い。

【0022】

このグローブ400は、保持部材210の周壁220と、これに被嵌するケース250の周壁との間に、グローブ400の開口側の端部405が挿入されて取着されている。なお、グローブ400の固着は、保持部材210とケース250との間に充填されている接着剤420を利用して行われる。

グローブ400の頂部406（図1における上端）の内周面は、ガラス管120の頂部（図1における上端）に形成されている凸部126に、熱伝導性媒体410、具体的にはシリコン樹脂を介して熱的に結合されている。

【0023】

(2) 発光管

a. 構成について

まず、発光管の110の構成について説明する。

発光管110は、図2に示すように、ガラス管120をその中央で折り返して形成した折り返し部121と、この折り返し部121から両端部124、125までを旋回軸Aを中心としてB1方向（この方向を、以下、「旋回方向」ともいう。）に旋回させた2つの旋回部122、123とからなる2重螺旋形状をしている。なお、旋回軸Aと平行な方向を、以下、「旋回軸方向」という。

【0024】

ガラス管120は、折り返し部121から所定位置（この位置を、以下、「ピッチ拡大位置」といい、具体的な位置については後述する）までの部分が、略同じ第1の螺旋ピッチで旋回し、ピッチ拡大位置から端部124、125までの部分（この範囲を、以下、「端寄り部分」ともいう。）が、端部124、125が旋回軸方向に隣合うガラス管120から旋回軸方向に離れるように、第1の螺旋ピッチより大きい第2の螺旋ピッチで旋回している。なお、ここでいう螺旋ピッチは、旋回軸方向に隣合うガラス管の横断面における中心間の間隔である（図2におけるP1t）。

【0025】

つまり、ガラス管120において、折り返し部121からピッチ拡大位置までは旋回軸Aに対して角度（この角度を、以下、「旋回角度」という。） α 傾斜した状態で旋回し、また、端寄り部分は旋回軸Aに対して、旋回角度 α よりも小さい角度である旋回角度 β 傾斜した状態で旋回している。

ガラス管120の両端部124、125には、タングステン製のフィラメントコイル131と、フィラメントコイル131をビーズガラスマウント方式により架持する一対のリード線133、134とからなる電極130が封着されている。

【0026】

また、ガラス管120の一方の端部124には、ガラス管120内を真空にしたり、後述する、水銀、緩衝ガス等を封入したりする際に使用する排気管140が電極130の封着に併せて取着されている。排気管140におけるガラス管120の外部に位置する端部は、ガラス管120内を排気し、水銀、緩衝ガスを封入後に、例えば、チップオフ方式で封止される。

【0027】

ガラス管120の内部には、水銀が約5mgのほかに、緩衝ガスとしてアルゴンが600Paで封入されている。なお、緩衝ガスは、例えば、アルゴンにネオンを混合させた混合ガスを用いても良い。

また、ガラス管120の内周面には希土類の蛍光体150が塗布されている。この蛍光体150は、例えば、赤（Y₂O₃：Eu）、緑（LaPO₄：Ce、Tb）及び青（BaMg₂Al₁₆O₂₇：Eu、Mn）発光の3種類を用いている。

【0028】

b. 具体例について

本実施の形態における発光管110は、一般電球60W品に相当する電球形蛍光ランプ100に用いられている。このため、発光管110は、一般電球60W品に相当する光量を必要とするため、両旋回部122、123の旋回数を合せて4.5周となるようにしている。

【0029】

電球形蛍光ランプ100の大きさは、一般電球より小さくなるようにしている。このため、発光管110の環外径D_a、つまり螺旋形状に旋回するガラス管120の最外周の位置における直径は36.5mmで、ガラス管120の管内径φ_iが7.4mm、ガラス管120の管外径φ_oが9mmと設定されている。

一方、発光管110を構成するガラス管120には、例えば、ストロンチウム・バリウムシリケイトガラスからなる軟質ガラスを用い、その全長は390mmである。2重螺旋形状のガラス管120におけるピッチ拡大位置は、ガラス管120の端部124、125から旋回軸Aの廻りに90°折り返し部121側へと旋回した位置である。

【0030】

ガラス管120における折り返し部121からピッチ拡大位置までの部分では、旋回部122同士あるいは旋回部123同士が旋回軸方向（図2では上下方向）に隣合うピッチP_{2t}が20mmであり、また、旋回部122と旋回部123とが旋回軸方向に隣合うピッチP_{1t}が10mmである。

従って、旋回軸方向に隣合うガラス管120の最小の隙間は略1mmとなる。この隙間は3mm以下が好ましい。これは、隙間が3mmよりも大きくなると、発光管110の全長が長くなると共に、隣合うガラス管120が旋回軸方向に離れるために輝度ムラが生じるからである。

【0031】

また、ガラス管120の折り返し部121からピッチ拡大位置までの範囲における旋回角度αが略76.7°で、ピッチ拡大位置から端部124、125までの範囲における旋回角度βが略69.2°である。

2. 発光管の製造方法について

次に、本発明に係る発光管の製造方法、特に、直管状のガラス管を用いて2重螺旋形状に形成する方法について説明する。

【0032】

先ず、ガラス管160を巻き付ける成形治具180について説明する。図3の(a)は、成形治具180の平面図であり、(b)は同じく成形治具180の正面図である。

成形治具180は、図3に示すように、円柱形状をしており、その外周には螺旋状の巻き付け溝182が形成されている。この巻き付け溝182は2本あり、それぞれが成形治具180の頂部181から付け根部（下端部）に向かい、成形治具180の軸心に対して角度α傾斜している。言うまでもなく、この角度αは、ガラス管120の折り返し部121からピッチ拡大位置までの旋回部が旋回する旋回角度と同じである。

【0033】

成形治具180の頂部181には、ガラス管の中央部を引っ掛けて止める掛止部183、184が一対設けられており、巻き付け中にガラス管が成形治具180から外れないようしている。

一对の掛止部183、184は、図3の(a)に示すように、平面視において頂部181の中心（成形治具180の軸心Dと一致する点）に対して対称に設けられている。掛止部183、184は、ガラス管の中央部付近を折り返すための返し部185、185（図3の(b)参照）と、巻き付け中にガラス管の中央部付近が成形治具180の頂部181

から外れるのを防止する押さえ部186, 186とからなる。

【0034】

一方、成形治具180の下部は、駆動装置（不図示）に装着するための装着部187となっている。駆動装置は、成形治具180を、その軸心D廻りに自転させながら軸心D上をその頂部181側（図3の（b）では上側）へと送る機能を有すると共に、この機能とは全く逆の動きを行う機能も有している。

なお、成形治具180の頂部181へのガラス管の設置は、一対の掛止部183, 184の間にガラス管を載置することで行われる。

【0035】

次に、2重螺旋形状のガラス管を製造する方法の概略を説明する。

図4は、2重螺旋形状のガラス管の製造方法を説明する概略図である。

直管状のガラス管160を湾曲させて2重螺旋形状のガラス管120を形成するには、図4に示すように、（1）直管状のガラス管160を加熱炉170で軟化させる（図4の（a）参照）軟化工程、（2）軟化させたガラス管160を移送させて（図4の（b）参照）成形治具180の頂部に設置する移送・設置工程、（3）成形治具180の頂部に設置されたガラス管160を成形治具180の外周に巻き付ける（図4の（c）参照）巻き付け工程、（4）成形治具180から2重螺旋形状に巻き付けられたガラス管160を取り外す取り外し工程の4つの工程が行われる。

【0036】

なお、図4以降の図面は、本製造方法を説明するための概略図であるため、図中のガラス管、加熱炉、成形治具等は、実際のガラス管、加熱炉、成形治具等の比率と異なっている。

それでは、以下、各工程について説明する。

（1）軟化工程

a. 概要

この工程は、ガラス管160を加熱して軟化状態にする。

【0037】

つまり、ガラス管160は、図4の（a）に示すように、その管軸が水平となるように両端部（161, 162）がチャック部197, 198で保持され、このチャック部197, 198の移動に伴って、ガラス管160におけるチャック部197, 198間が加熱炉170内で加熱される。

ここで、直管状のガラス管160の管軸と平行な方向（図4の（a）におけるZ方向）を、以下、「左右方向」といい、ガラス管160に重力が作用する方向（図4の（a）におけるY方向）を、以下、「上下方向」といい、左右方向と上下方向とに直交する方向（図4の（a）におけるX方向）を、以下、「前後方向」という。

【0038】

b. 加熱炉について

ガラス管160を軟化させるために用いる加熱炉170について説明する。

加熱炉170は、図4の（a）に示すように、1対の加熱部171, 172を備える。これら加熱部171, 172は、互いの間に、水平状態のガラス管160を移送するための隙間（この隙間を、以下、「トンネル」といい、符号「173」を使用する。）ができるように配置されている。このトンネル173は、ガラス管160が後方へとそしてその後下方に移動するように「L」字を横にした形状となっている。

【0039】

c. 工程の説明

ガラス管160が軟化される工程について以下説明する。

先ず、直管状のガラス管160を、図4の（a）に示すように、加熱炉170のトンネル173の入り口から前後方向を後方（X方向）へと移動させる。

図5の（a）は、加熱炉170を図4の（a）におけるD1-D2線で矢印方向（上下方向）に切断したときのガラス管160の移送方向（X方向）から見た図である。

【0040】

ガラス管160は、後方に移動している間はその温度が軟化温度までには達しておらず、後方に移送されるほど、温度が高くなるように、ヒータ174により加熱される。つまり、加熱炉170内の温度制御は、ガラス管160が加熱炉170内を後方に移動している間に、ガラス管160の温度がその軟化温度近くまで上がるように行われている。

そして、ガラス管160の温度が軟化温度近くになると、ガラス管160の移動方向は、これまでの前後方向から上下方向（図4の（a）におけるY方向）に変わる。

【0041】

図5の（b）は、加熱炉170を図4の（a）におけるE1-E2線で矢印方向（上下方向）に切断したときのガラス管160の移送方向（X方向）から見た図である。

ガラス管160は、図5の（b）に示すように、下方に移送されている間も、ヒータ174により加熱される。これにより、ガラス管160の中央部163から垂れ始め、ガラス管160が下方に移動するほど、その垂れる範囲がガラス管160の長手方向に沿って広くなる。

【0042】

ここで、ガラス管160の管軸方向は、ガラス管160の管軸が直線状の場合に用い、ガラス管160の長手方向は、ガラス管160が軟化状態にあり、その管軸が直線状でない場合に用いる。

d. 具体的な説明

上述した電球形蛍光ランプ100の発光管110に用いる2重螺旋形状のガラス管120を成形する場合について説明する。成形に用いる直管状のガラス管160は、管外径9.0mm、管内径7.4mmであり、全長Lgが1160mmで、ガラス管160の中央部163を略中央に含んだその中間部分の390mmが2重螺旋形状に形成される。

【0043】

参考までに、形成後の2重螺旋形状のガラス管120は、全長が430mm、管外径φoが9.3mm、管内径φiが7.6mmである。なお、ガラス管の管径が成形後の方が大きく、また全長が長くなっているのは、成形中にガラス管160内に窒素ガスが送り込まれるため管径が膨張し、また、ガラス管160が軟化して全長が伸びたからである。

直管状のガラス管160は、その中間部分（Lh）の約700mmが加熱炉170内で加熱される（ガラス管において加熱されているこの部分を、以下、「加熱部分」という。）。

【0044】

実施の形態で使用しているガラス管160の軟化温度は、670°C～690°Cの範囲内にある。一方、ガラス管160における2重螺旋形状に形成される予定の領域（この領域を、以下、「2重螺旋形成予定域」といい、図5の（a）において符号「Ga」として表示する。）を加熱する温度（この温度を、「設定温度」という。）が、770°Cで長手方向の温度差が設定温度に対して±8°C以内となるように制御されている。なお、ガラス管160における2重螺旋形成予定域Gaの両側の領域を非形成域Gb, Gc（長さ385mm）とする。

【0045】

加熱されて軟化したガラス管160の2重螺旋形成予定域Gaは、図5の（b）に示すように徐々に垂れ始めるが、その垂れる範囲（ガラス管の長手方向）は、加熱部分の内、2重螺旋形成予定域Gaを含む約550mmであり、中央部163の垂れる量は、両チャック部197、198を結ぶ線分から下方に約15mmであった。

このように本軟化工程においては、ガラス管160の2重螺旋形成予定域Gaが加熱により垂れ始めるが、その方向は、ガラス管160の移送方向と一致しているため、従来の製造方法で発生していた前後方向の振れが無くなり、ガラス管160の成形治具180の頂部181への設置が容易になる。

【0046】**（2）移送・設置工程**

a. 概要

この工程では、加熱炉170で加熱されたガラス管160を、成形治具180の頂部181にまで移送させ、成形治具180の頂部181に設置する。

特に、この工程では、ガラス管160の中央部163を成形治具180の頂部181に速やかに設置でき、しかも、巻き付け工程を開始する際に、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G aを成形治具180の巻き付け溝182に平行に供給できるようにしている。

【0047】

具体的には、第1に、成形治具180を、加熱炉170のトンネル173の出口の下方であって、その軸心D（図3の（b）及び図4の（c）参照）が略垂直になるように配置し、加熱炉170から送出されたガラス管160を、そのまま垂直方向の下方に移送（この下方の移送を、以下、単に「垂下」という。）させている。

第2に、ガラス管160を垂下させながらガラス管160の端部161, 162を左右方向に拡げ、ガラス管160の中央部163を成形治具180の頂部181に当接させて設置する。

【0048】

そして、第3に、成形治具180の頂部181に設置されたガラス管160において、その中央部163と、両端部161, 162との間の部分が略直線状にして（この直線状の部分を、以下、「直線部」という。図6の（c）参照）、この直線部168, 169と成形治具180の軸心Dとの間の角度が、2重螺旋形状のガラス管120の旋回角度 α と同じにしている（図7の（a）参照）。

【0049】

また、成形治具180の近くには、ガラス管160の直線部168, 169の直線性に保持するために、図6に示すように、一対の支持ローラ191, 192が設けられている。

この支持ローラ191, 192は、図7の（a）に示すように、支持ローラ191, 192の上面と、成形治具180の軸心Dに対して角度 α 傾斜するガラス管160の下面とが一致するように配されると共に、図7の（b）に示すように、ガラス管160を平面視したとき、ガラス管160の長手方向（Z方向）と一致する直線上に配されている。なお、実施の形態では、支持ローラ191、192は、その軸心が成形治具180の軸心Dに対して所定距離L1（図7の（b）参照）離れる状態に配置されている。

【0050】

b. 工程の説明

それでは、本工程について図6を主に用いて以下説明する。

先ず、軟化状態のガラス管160をそのまま垂下させるだけで、一対の掛止部183, 184間にるように成形治具180の一対の掛止部183, 184の位置を調整しておく。具体的には、図7の（b）に示すように、成形治具180の一対の掛止部183, 184が、平面視におけるガラス管160の長手方向と直交する方向に位置するように、成形治具180を回動させて位置調整しておく。

【0051】

そして、加熱炉170で加熱されたガラス管160を、加熱炉170のトンネル173の出口から、そのままの姿勢で垂下させる。これにより、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G aが軟化して垂れ下がっても、その方向が移送方向と一致しているので、2重螺旋形成予定域G aの前後方向の振れを小さくできる。

しかも、ガラス管160の垂下方向であって、ガラス管160の中央部163に対応する位置に成形治具180の頂部181が配置されているので、ガラス管160をそのまま垂下させるだけで、ガラス管160の中央部163が成形治具180の頂部181の掛止部183, 184間に載置される。

【0052】

従って、ガラス管160が加熱炉170から送出されてから成形治具180上に設置するまでの時間が略一定となり、成形治具180への巻き付け時のガラス管160の温度を

略一定で管理でき、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G aを成形治具180に略同一条件で巻き付けることができる。

具体的には、加熱炉170を送出されたときにおけるガラス管160の中央部163の温度は略770℃で、また、成形治具180上に設置されたときにおけるガラス管160の中央部163の温度が略750℃であり、その温度差(20℃)は略一定であった。

【0053】

また、加熱炉170から送出されたガラス管160を垂下させる際に、ガラス管160の端部161, 162を把持するチャック部197, 198を、図6の(a)の1)で示すように、左右方向であって両者が離れる方向にも変位させている。つまり、チャック部197, 198は、ガラス管160の中央部163を成形治具180の頂部181に位置合せすべく垂下する際に、後述する下広がりの斜め方向に移動するように制御されている。

【0054】

この斜め方向の移動は、ガラス管160が加熱炉170から送出され、ガラス管160の中央部163が成形治具180の頂部181に当接するまでの第1段階と、ガラス管160の中央部163が成形治具180に当接した後に、ガラス管160の中央部163から各端部161, 162までの部分を直線状にする第2段階との2段階で行われる。

すなわち、第1段階では、図6の(a)の状態から図6の(b)の状態にし、また第2段階では、図6の(b)の状態から図6の(c)の状態にしている。

【0055】

第1段階では、加熱炉170から送出されたガラス管160の端部161, 162(チャック部197, 198)を斜め方向1)に移動させる。そして、ガラス管160の中央部163が成形治具180の頂部181に当接する頃には、ガラス管160の端部161, 162と支持ローラ191, 192との間で若干垂れている部分(図6の(b)において符号「166」と「167」で表示)が残る程度にしている。

【0056】

そして、第2段階では、ガラス管160の端部161, 162をさらに斜め方向2)に広げて、ガラス管160の中央部163から端部161, 162に亘る部分を略直線状にしている。

この第2段階におけるチャック部197, 198の移動は、図7の(a)に示すように、直線部168, 169と、成形治具180の軸心Dとの間の角度を α となるように制御されている。なお、第1段階及び第2段階は、下方方向及び左右方向の移動速度は同じに設定しても良いし、また、各段階で移動速度を異なるようにしても良い。

【0057】

このようにチャック部197, 198の斜め方向1), 2)の移動は、段階的に行っているので、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G aに、急激あるいは過度な引張り負荷が作用するのを防ぐことができ、例えば、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G aにおいて管径が縮小するのを抑えることができる。

従って、管径をほぼ一定にした状態で、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G aを成形治具180に巻き付けることができ、従来の製造方法で発生していた管径が細くなるのを防ぐことができる。当然、ガラス管160には、その長手方向の引張り負荷が作用するため、管径が太くなることはない。

【0058】

また、成形治具180の近くには、支持ローラ191, 192が設けられているため、ガラス管160がたとえ軟化状態であっても、垂れようとするガラス管160の2重螺旋形成予定域G aを下側から支持することができる。このため、巻き付け工程前に、図6の(c)及び図7の(a)に示すように、ガラス管160の直線部168, 169を、成形治具180の軸心Dに対して角度 α 傾斜した状態、つまり、ガラス管160と成形治具180とを、成形治具180の軸心Dと直交する方向から見たとき(この状態が図7の(a)である。)に、の直線部168, 169を巻き付け溝182に平行な状態にすることができます。

【0059】

(3) 巻き付け工程

a. 概要

この工程では、図9の(a)に示すように、成形治具180をB2方向に回転させて、成形治具180の頂部181に設置されたガラス管160の中央部163を掛止部183, 184で掛止して、成形治具180の外周の巻き付け溝182に沿ってガラス管160の2重螺旋形成予定域G aを巻き付け、ガラス管160を2重螺旋形状に形成している。特に、この工程では、巻き付け中のガラス管160には引張り張力を作用させている。

【0060】

具体的には、軟化状態のガラス管160の両端部161, 162を保持するチャック部197, 198は、ガラス管160における2重螺旋形成予定域G aの成形治具180への巻き付けに伴って、成形治具180に近づく方向に移動するようになっており、ガラス管160が成形治具180に巻き付けられる巻き付け速度V rをチャック部197, 198の移動速度V sより速くしている。

【0061】

また、成形治具180と、上述した支持ローラ191, 192との間には、後述の図8に示すように、軟化状態にあるガラス管160の2重螺旋形成予定域G aを成形治具180の巻き付け溝182に案内するための案内ローラ193, 194が設けられている。

図8は、回転開始時の成形治具180における頂部181側の拡大図である。案内ローラ193, 194は、図8の(a)に示すように、案内ローラ193, 194の軸心Hと成形治具180の軸心Dの間の角度Rが $\pi/2 - \alpha$ で、しかも、図8の(b)に示すように、回転開始時の成形治具180及びガラス管160を平面視したときに、一対の案内ローラ193, 194の中心を結んだ直線Fと、ガラス管160の直線部168, 169における管軸Gとの間の角度が所定角度 δ になるように配置されている。

【0062】

案内ローラ193, 194は、図8の(a)に示すように、その外周の中央部が円弧状に凹んでおり、その凹みにガラス管160の2重螺旋形成予定域G aが嵌るようになっている。

さらに、軟化したガラス管160を成形治具180に巻き付ける際には、図9の(a)に示すように、ガラス管160の端部161, 162から一定圧力に制御された圧力ガスを送り込んで、ガラス管160を膨らませている。具体的には、成形治具180が回転を開始して、所定時間経過すると、圧力ガスの送り込みを開始する。

【0063】

また、成形治具180内には、ヒータ(不図示)が組み込まれており、成形治具180の温度を一定に保持するようになっている。具体的には、巻き付けるガラス管160の軟化温度に対して、150°C程度低い温度(軟化温度-150°C)であり、ここでは500°Cに設定されている。

b. 工程の説明

本工程について図9を主に用いて具体的に説明する。

【0064】

前工程で成形治具180の頂部181にガラス管160の中央部163が、図7に示すように設置されると、図9の(a)に示すように、成形治具180をその軸心D廻りにB2方向に回転させると共にC方向に送る。なお、回転と送りの関係は、成形治具180の1回転に対して、成形治具180が図2に示すピッチP2t分C方向に移動するように設定されている。なお、案内ローラ193, 194、支持ローラ191, 192の位置は、ガラス管160の巻きつけに関係なく、固定されている。

【0065】

また、チャック部197, 198を、ガラス管160の直線部168, 169における管軸方向に、つまり、図9の(a)に示すように、軟化した2重螺旋形成予定域G aを成形治具180に対して α の角度で供給できる方向に移動速度V sで移動させている。

図10は、チャック部197, 198の移動速度V_sとガラス管160の巻き付け速度V_rとの関係を示す図である。巻き付け速度V_rと移動速度V_sは、時間の経過と共に直線的に所定速度まで速くなり、所定時間でその速度を維持し、その後遅くなり停止する。

【0066】

このように巻き付け速度V_rは、移動速度V_sよりも速く設定されている。また、チャック部197, 198の移動は、図10に示すように、ガラス管160が巻き始めに対して少し遅れて開始する。

では、巻き付け工程について説明する。

先ず、成形治具180の回転開始により、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G_aが成形治具180の返し部185, 185(図3参照)に引っ掛けられる。このとき、成形治具180は回転を開始しているが、図10に示すように、チャック部197, 198はまだその移動を開始していない。

【0067】

このため、ガラス管160には、その長手方向に引張りの負荷が作用し、回転開始時に起こりがちなガラス管160の緩みの発生を抑制できる。しかも、成形治具180の回転開始時に、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G_aにおいて掛止部183, 184に引っ掛けられた部分が、返し部185, 185から外れようとしても、押さえ部186, 186により押さえられるので、ガラス管160が成形治具180から外れるのを防止できる。なお、両掛止部183, 184間に配されたガラス管160は、図2のガラス管120の折り返し部121となる。

【0068】

一方、ガラス管160の巻き付け開始時及び巻き付け中は、図8の(a)及び(b)に示すような、2重螺旋形成予定域G_aが、案内ローラ193, 194を介して成形治具180の巻き付け溝182へと案内される。この案内ローラ193, 194は、図8に示すように、案内ローラ193, 194の軸心Hと、成形治具180の軸心Dとの角度Rが、 $\pi/2 - \alpha$ となるように配されている。

【0069】

このため、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G_aを、成形治具180の軸心Dに対して角度 α 傾斜した状態で成形治具180にスムーズに供給できる。従って、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G_aを成形治具180に巻き付ける際に、2重螺旋形成予定域G_aを巻き付け溝182に確実に案内できると共に、2重螺旋形成予定域G_aに無理な力が作用しないので、ガラス管160が異形するようなことがなくなり、2重螺旋形成予定域G_aにおける管径を略一定にすることができる。

【0070】

さらに、案内ローラ193, 194を、その軸心Hが成形治具180の軸心Dに対して所定距離L₂離れた状態に配置して、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G_aを巻き付け溝182の底に当接させ、しかも、ガラス管160の巻き付け中は、図10に示すように、巻き付け速度V_rを移動速度V_sよりも速くしてガラス管160に引張り負荷を作用させている。

【0071】

このため、ガラス管160は、成形治具180の巻き付け溝182に当接した状態で、ガラス管160に引張り負荷、つまり、巻きがしまる方向に負荷が作用するので、成形後における2重螺旋形状のガラス管160の外径を一定にでき、従来の製造方法で発生していた2重螺旋形状のガラス管の外径が一部で大きくなるようなことを抑制できる。

また、同時に、2重螺旋形成予定域G_aが緩むことなく成形治具180の巻き付け溝182に沿ってガラス管160を巻き付けることができ、ガラス管160が巻き付け溝182から外れるのを防止できる。

【0072】

しかも、成形治具180がB2方向に回転を開始して、所定時間が経過すると、ガラス管160の端部161, 162から、圧力制御された不活性ガスである窒素ガスを送り込

んでいる。

このように、ガラス管160内に窒素ガスを送り込むことで、成形治具180に巻き付けられるガラス管160の外周面の内、巻き付け溝182側の周面を巻き付け溝182にガラス管160の内部から押圧させることができる。

【0073】

このため、巻き付けられたガラス管160の横断面において、巻き付け溝182に押圧された部分を巻き付け溝182の壁面形状と同じにできる。特に巻きつけ溝182の横断面形状が円弧状の場合、ガラス管160の横断面を略一定の管径の円形状に形成することができる。

以上のようにして、2重螺旋形成予定域G aが成形治具180に略巻き付けられると、図10に示すように、巻き付け速度V rが移動速度V sよりも速い状態を維持しつつ、巻き付け速度V r及び移動速度V sを徐々遅くして停止させる。

【0074】

このように、ガラス管160の巻き付けが完了する際も、ガラス管160にその長手方向に引張りの負荷を作用させてるので、巻き付け終了時及びその後に、ガラス管160が緩むのを防止できる。

このため、従来の製造方法で発していたような2重螺旋形状の外径が一部的に大きくなるのを防ぐことができる。なお、巻き付け速度V rと移動速度V sとの関係は、移動速度V sが巻き付け速度V rに対して、0.98倍となっている。

【0075】

(4) 取り外し工程

この工程では、図9の(b)に示すように、成形治具180を巻き付け時と反対方向に回転させて、成形治具180に巻き付けられた2重螺旋形状のガラス管160を成形治具180から外す。なお、軟化状態であったガラス管160の温度を効率良く冷却するために、ガラス管160の端部161, 162から略一定圧力に制御された圧力ガスを送り込んでいる。

【0076】

具体的には、ガラス管160の2重螺旋形成予定域G aの温度が下がって、2重螺旋形状に形成された部分が軟化状態から硬化状態になると、図9の(b)に示すように、成形治具180を、B2方向と反対方向に回転させると共に、C方向と反対方向に移動させて、2重螺旋形成予定域G aが2重螺旋形状に形成されたガラス管160を得る。

このようにガラス管160を冷却するとき、ガラス管160の端部から圧力ガスを送り込んでいる。これにより、ガラス管160を効率良く冷却することができる。なお、成形治具180の回転が停止した直後、或いは停止する直前から圧力空気を送り込むと、ガラス管160の冷却時間を短縮できる。

【0077】

なお、得られたガラス管には、その後、余分な端部を除去する、端部を旋回軸方向に隣接するガラス管から離間させる、ガラス管の内周面に蛍光体を塗布する等の発光管を製造する工程がなされるが、従来と同じ公知の技術を用いているため、その説明は割愛する。

3. 従来の製造方法との比較

上記の製造方法の効果を確認するために、ガラス管を直管状から2重螺旋形状に成形する量産試作を行い、良品歩留まりを集計した。その結果は、98.9%と非常に優れた値を得ることができた。なお、発明が解決しようとする課題の欄でも説明したが、従来の製造方法では、その良品歩留まりは50%程度であり、本発明は直管状のガラス管から2重螺旋形状のガラス管を成形するのに有益な方法であると考えられる。

【0078】

以上、本発明を実施の形態に基づいて説明したが、本発明の内容が、上記実施の形態に示された具体例に限定されることは勿論であり、例えば、以下のような変形例を実施することができる。

1. ランプについて

（1）電球形蛍光ランプ

上記実施の形態で説明した電球形蛍光ランプは、発光管を覆うグローブを備えたタイプについて説明したが、例えば、グローブを備えないタイプの電球形蛍光ランプであっても良い。

【0079】

また、上記の電球形蛍光ランプは、一般電球60W品に相当するタイプであるが、他の品種の一般電球、例えば、100W、40W品に相当するタイプであっても良い。なお、この場合、発光管の旋回部の合計の旋回数が変わり、成形治具に巻きつける長さが変わることが、上記方法を用いて製造できる。

（2）発光管の形状について

上記の実施の形態における発光管の形状は、図2に示すように、ガラス管の折り返し部から両端部までの範囲が旋回軸の廻りを旋回する2重螺旋形状をしているが、例えば、ガラス管の折り返し部から端部の手前までの範囲が旋回軸の廻りを旋回し、前記端部の手前から端部までを、例えば、旋回軸と平行にしたような形状にしても良い。

【0080】

（3）ランプの種類

上記の実施の形態では、本発明を電球形蛍光ランプに適用させた例について説明したが、他のランプ、例えば、点灯回路を備えず、ねじ込み型の口金（E17、E28等）以外の片口金（GX10q、GY10q等）を用いた蛍光ランプであっても良い。

ここで、上記製造方法により製造された発光管を用いた片口金型コンパクト蛍光ランプ（以下、単に、「コンパクト蛍光ランプ」という。）について説明する。

【0081】

図11は、本実施の形態における製造方法により製造された発光管を用いたコンパクト蛍光ランプの正面図である。本変形例におけるコンパクト蛍光ランプ500は、白熱電球150Wや、30W～70Wのいわゆる低ワットのHID（メタルハライドランプ）と同じ明るさを有する32W～57Wのコンパクト蛍光ランプ（このコンパクト蛍光ランプを、本発明に係るコンパクト蛍光ランプと区別するために、「従来のコンパクト蛍光ランプ」という。）の代替を目的として開発されたものである。

【0082】

つまり、従来のコンパクト蛍光ランプに用いられる発光管の構造は、例えば、6本の直管状のガラス管を連結させた構造、或いは、3本のU字状ガラス管を連結させた構造（3Uタイプ）を有しており、ランプ効率が75 [lm/W] 程度と低く、ランプ効率の改善が望まれている。

（A）全体構成について

図11に示すように、コンパクト蛍光ランプ500は、2重螺旋形状をした発光管510が樹脂ケース521に保持されている。樹脂ケース521は、発光管510を保持している側と反対側の端壁に電源接続用の端子ピン522、523、524、525と、電源側の図外のソケットに着脱自在に係着するための係着部526とが設けられている。

【0083】

樹脂ケース521は、上記4本の端子ピン522、523、524、525及び係着部526により、GX24q型の片口金520として構成される。なお、このコンパクト蛍光ランプ500は、片口金520を介して高周波の電流の供給を受ける。

発光管510は、上記の実施の形態で説明した電球形蛍光ランプ100に用いた発光管110と基本的に同じ構造を有しているが、点灯時の全光束が白熱電球150W品と同等以上にするために、全長（電極間距離）が長くなっている。

【0084】

発光管510を構成する2重螺旋形状のガラス管511は、上記の製造方法により1本のガラス管から形成されている。このガラス管511は、ガラス管のほぼ中央に折り返し部512を有し、折り返し部512からガラス管の両端部までの部分が旋回軸の廻りを旋回する旋回部513、514となっている。

発光管510において片口金521と反対側の端部には、外方に突出する凸部515が形成されており、この凸部515にランプ点灯時の最冷点箇所が形成される。

【0085】

(B) 具体的構成について

2重螺旋形状に形成されたガラス管511の内周面には、電球形蛍光ランプ100の発光管110と同様な蛍光体が塗布され、また、内部には、水銀が約5 [mg]、緩衝ガス（ここでは、アルゴン）が400 [Pa] それぞれ封入されている。なお、言うまでもなく、ガラス管511の両端部には電極が封着されており、発光管510の電極間距離が970 [mm] である。

【0086】

ガラス管511の管内径は7.4 [mm] であり、管外径が9 [mm] である。旋回軸の廻りを旋回する旋回部513、514の旋回数は両方合せて10回である。また、発光管510の環外径Da2は、40 [mm] であり、コンパクト蛍光ランプ500の全長L2は、片口金521を含めて140 [mm] である。

(C) ランプ性能について

このような構成のコンパクト蛍光ランプ500を、ランプ入力28 [W] で片口金520を上にして点灯させた場合、その全光束が2380 [lm] であり、ランプ効率が85.0 [lm/W] であった。なお、点灯時の発光管510の管壁負荷は0.12 [W/cm²] であり、定格寿命については、約11,000 [時間] が得られている。

【0087】

なお、従来の32W品種のコンパクト蛍光ランプは、ランプの全長が145 [mm]、発光管の環外径が40 [mm] である。また、ランプ入力が32 [W] で口金上点灯したときの全光束が2400 [lm]、ランプ効率が75 [lm/W]、定格寿命時間が10,000 [時間] であった。

従って、本発明の製造方法で製造された発光管を用いたコンパクト蛍光ランプ500は、従来に比べて、サイズ的に若干の小型化が図られ、またランプ性能的には、従来と略同じ光束を有しながら、ランプ効率では13 [%]、また定格寿命では10 [%] 向上している。

【0088】

(D) ランプ効率について

発明者らは、コンパクト蛍光ランプについて、ランプ効率を改善できる発光管の構成について検討した。具体的には、発光管に用いるガラス管の管径とランプ効率との関係について調査した。

具体的には、発光管の管壁負荷を0.14 [W/cm²]、ランプ入力を28 [W] と設定して、ガラス管の管内径を、5.0 [mm] から12 [mm] の範囲で変化させて、そのときのランプ効率を測定した。

【0089】

ここで、測定に用いる発光管の管壁負荷を0.14 [W/cm²] に設定した理由は、従来のコンパクト蛍光ランプは、ランプとしてある程度のコンパクト性を確保するために発光管の管壁負荷を0.08 [W/cm²] 以上と、また、定格寿命時間を少なくとも6,000時間を達成するに管壁負荷を0.20 [W/cm²] 以下と設定されている。このことから、よりコンパクト化及び長寿命化を図るために管壁負荷を、0.14 [W/cm²] と設定した。

【0090】

図12は、ガラス管の内径とランプ効率の関係を示す図である。

ランプ効率は、図12に示すようにガラス管の管内径が、約8 [mm] で最大値となっており、6.0 [mm] から9.5 [mm] の範囲でのランプ効率は最大値に対してさほど低下していないことが観察できる。従って、コンパクト蛍光ランプの発光管に用いるガラス管には、上記の理由から管内径7.4 [mm] のものを用い、従来のコンパクト蛍光ランプに対してランプ効率を改善させた。

【0091】

(E) 製造方法について

蛍光ランプの分野において、そのランプに用いられる発光管の形状は種々ある。その中で、電球形蛍光ランプの発光管に、実施の形態で説明した2重螺旋形状のものがある。発明者らは、ここで説明したコンパクト蛍光ランプの発光管を電球形蛍光ランプの発光管と同様に2重螺旋形状にすると、従来の3Uタイプよりも小型化が図れると考えた。

【0092】

しかしながら、コンパクト蛍光ランプは、電球形蛍光ランプの発光管に比べて電極間距離、つまりガラス管の全長が長く、上記「背景技術」の欄で説明した製造方法を用いた場合、ガラス管における最適な軟化状態を維持できず、2重螺旋形状に形成できないという問題が発生した。

つまり、ガラス管が長いためにガラス管の振れが大きくなり、加熱炉から搬出してから成形治具に設置するまでの時間が長くなる。このため、ガラス管の所定の範囲を成形治具に巻き終わる前に、ガラス管の温度が下がり、ガラス管が折損するのである。逆に、ガラス管の最後まで軟化状態が維持できるように、ガラス管の加熱温度をあげると、ガラス管が軟化しすぎ、自重によりガラス管の中央部が必要以上に伸長するなどの問題が発生するのである。

【0093】

そこで、電球形蛍光ランプの発光管を製造すべく発明された本製造方法で、コンパクト蛍光ランプの発光管を製造すると、加熱炉から成形治具頂部への設置がスムーズに行なえ、従来の製造方法で発生した問題が解決した。

なお、コンパクト蛍光ランプの発光管を製造するために用いられる直管状のガラス管は、長さ1500 [mm] であり、その内の中間部分の1200 [mm] を加熱させて成形治具に巻きつけている。なお、ガラス管の全長が長くなつたことにより、加熱炉等も大きいものを使用している。

【0094】

2. 加熱炉について

上記の実施の形態では、加熱炉として、トンネル方式を採用し、そのトンネルを「L」字を横にした形状にし、直管状のガラス管を前後方向から上下方向へと移動させ、特に、ガラス管を下方に移動させている間にガラス管が軟化するようにしている。

しかしながら、本発明は、他の加熱炉を用いても実施できる。例えば、実施の形態ではトンネル方向を前後・上下方向としているが、トンネル方向が上下方向のみであっても良い。あるいは、ガラス管が軟化状態になるまで、または、軟化状態になり始めるまで、ガラス管を移送させずに、その後に垂下させても良い。さらに、ガラス管が軟化して垂れ始めるまで加熱炉内でガラス管を移動させずに加熱して、その後にガラス管を垂下させても良い。

【0095】

このようにしても、軟化状態にあるガラス管を垂下させるので、実施の形態と同様に、軟化したガラス管を成形治具の頂部に設置し易いという効果が得られる。つまり、ガラス管を加熱して、軟化して中央部が垂れ始めると、中央部が垂れる方向に、ガラス管を移動させれば良い。

さらに、実施の形態では、ガラス管は加熱炉内では自転させていないが、ガラス管が軟化する前であれば、その軸心周りに自転させながら移送させても良い。これにより、ガラス管のある位置に置いてその外周が略均一な温度に加熱される。

【0096】

3. 加熱条件について

上記の実施の形態では、加熱炉の温度は、ガラス管の2重螺旋形成予定域の温度が770℃となるように設定されている。しかしながら、ガラス管の2重螺旋形成予定域の温度は、ガラス管の軟化温度以上ガラス管の軟化温度+150℃以下の範囲であれば良い。

これは、ガラス管の2重螺旋形成予定域の温度が、軟化温度より低いと、2重螺旋形成

予定域の粘度が高く、ガラス管を成形治具に沿って湾曲させ難いからである。一方、軟化温度+150℃より高いと、2重螺旋形成予定域の粘度が低く、その部分での垂れ下がりが大きくなり、巻き付け時にガラス管に緩みが生じるからである。

【0097】

なお、ガラス管は、その温度が軟化温度程度であれば、ある程度の曲率まで湾曲させることができる。つまり、形成予定の2重螺旋形状の径が大きい場合には形成できるが、2重螺旋形状の径が小さい場合には形成でなきないこともある。

上記の実施の形態で説明したような、2重螺旋形状の直径が36.5mmで、ガラス管120の管内径 ϕ_i が7.4mmのような場合には、ガラス管の温度が、軟化温度程度では巻き付けが難しく、軟化温度+100℃以上軟化温度+150℃以下の範囲の温度に加熱する必要がある。

【0098】

また、ガラス管の2重螺旋形成予定域における長手方向の温度の変動幅は、小さいほど良いが、その変動幅が-8℃以上+8℃以下の範囲内であれば、巻き付け時に、ガラス管にその長手方向の引張り負荷を作用させても、局部的にガラス管が伸長することはなかった。

一方、ガラス管の温度が、上記の範囲の温度から高い方に外れると、巻き付け時に、ガラス管における温度が外れた部分で局部的な伸長が発生し、ガラス管の肉厚が非常に薄くなると共に、ガラス管の径が小さくなる。また逆に、上記の範囲の温度から低い方に外れると、巻き付け時に、ガラス管における温度が外れた部分で長手方向の引張り負荷に降りて、酷い場合には切断することもあった。

【0099】

4. 成形治具の配置状態について

(1) 実施の形態では、成形治具は、軟化したガラス管の下方に固定されていたが、成形治具を可動式とすることもできる。但し、この場合は、軟化し始めたガラス管の最下位置が所定位置(成形治具が下方に固定式に設置されている場合における成形治具の頂部に相当する位置)に達する前に成形治具をガラス管の下方に移動させる工程が必要となる。

(2) ガラス管の設置時

上記の実施の形態では、成形治具を、その軸心が垂直となるように配置している。これは、成形治具の頂部にガラス管を設置するのを容易に行うためである。つまり、成形治具を平面視したときに、一対の掛止部間が最も広くなるのは、成形治具の軸心が垂直になるときである。従って、ガラス管を成形治具の頂部に設置できる範囲であれば、成形治具は垂直方向に対して多少傾斜していても良い。

【0100】

(3) ガラス管の巻き付け時

上記の実施の形態では、成形治具を、その軸心が垂直となるように配置している。これは、成形治具の巻き付け溝にガラス管を巻き付けるのを容易に行うためである。つまり、成形治具の軸心を垂直にすると、これに巻き付けるガラス管の状態を成形治具に対してその両側に対称にでき、チャック部の移動方向、速度等の制御が容易になるからである。しかしながら、ガラス管を成形治具に通常に巻き付けられる範囲内であれば、成形治具の軸心は垂直方向に対して傾斜していても良い。

【0101】

5. 巻き付け速度と移動速度について

上記の実施の形態では、巻き付け速度が移動速度に対して1.02倍、言い換えると、移動速度を巻き付け速度の0.98倍に設定して、ガラス管に対してその長手方向の引張り負荷を作成している。

しかしながら、移動速度は、巻き付け速度に対して、0.6倍以上1.0倍未満であればよい。

【0102】

これは、移動速度が巻き付け速度に対して1.0倍以上にした場合、ガラス管に長手方

向の引張り負荷が作用せず、ガラス管の成形治具への巻き付け時に、ガラス管が緩んでしまい、成形治具にガラス管を巻き付けることができなかった。一方、移動速度が巻き付け速度に対して0.6倍未満にした場合、ガラス管が伸長され過ぎて、その肉厚が薄くなる。このため、ガラス管が割れたり切断したりして成形できなかった。

【0103】

なお、移動速度が、巻き付け速度に対して、0.6倍以上1.0倍未満の場合で、ガラス管の巻き付け試験を行った結果、ガラス管が伸長し過ぎることもなく、また、ガラス管が緩むこともなった。

また、実施の形態では、移動速度及び巻き付け速度について具体的に説明しなかったが、これらの速度は、ガラス管の軟化状態、外径、肉厚、さらには、成形治具に巻き付ける際のガラス管を湾曲させる曲率等によって決定される。

【0104】

6. ガラス管の姿勢について

実施の形態では、軟化工程及び移送・設置工程において、ガラス管を略水平状に保持しているが、軟化状態のガラス管を垂下させることができれば、ガラス管を水平にしなくとも、例えば傾斜させても良い。

但し、ガラス管を水平にした方が、軟化した時に垂れる場所が一定となり管理しやすく、またその垂れ方が、最も垂れている位置に対してガラス管の長手方向に略対称となるので、成形治具の頂部への設置が容易になるというメリットがある。

【0105】

7. 移送・設置工程でのチャック部の移動について

本実施の形態では、チャック部は、加熱炉からガラス管を送出されると、ガラス管を垂下させながら、その端部が広がる方向に移動している。しかしながら、軟化したガラス管を垂下させて、ガラス管の中央部が成形治具の頂部に達した後に、チャック部が移動するようにも良い。

【0106】

8. 支持ローラについて

(1) 個数について

実施の形態において、支持ローラは、ガラス管の中央部から各端部までのそれぞれを支持するために2個用いているが、この個数に限定されるものではない。例えば、片方の直線部を支持するために複数個用いても良い。また、両方の直線部を支持する各直線部を支持する支持ローラの個数を一致させる必要もない。例えば、片方の直線部を2個の支持ローラで支持し、他方の直線部を1個の支持ローラで支持するようにしても良い。

【0107】

なお、支持ローラの個数が増えるほど、直線部の直線性は向上すると考えられるが、発明者らの検討（本明細書で説明したガラス管の長さ）では、片方の直線部を支持するのに少なくとも1個あれば、成形上問題とならない程度の直線性が得られることを確認している。

(2) 形状

支持ローラの形状について、実施の形態では、円筒状のものを使用しているが、軸心方向の中央部が太くなれば、例えば、断面が「V」字状の形状であっても良い。なお、支持ローラは、その軸心周りに回動するものが好ましい。

【0108】

(3) 位置

実施の形態では、支持ローラの位置について具体的に説明しなかったが、支持ローラを、ガラス管を成形治具に巻き付けた際に、チャック部に接触せず、また、案内ローラとも接触しない範囲に設置すれば良い。なお、この範囲では、上述した軟化状態のガラス管を、その中央部から両端にかけて略直線状に支持できることを試験により確認している。

【0109】

9. 案内ローラについて

(1) 形状

案内ローラの形状について、実施の形態では、外周の中央部が円弧状に凹む形状をしたものを使っているが、例えば、外周の中央部が、端部の外径よりも段差上に細くなるように凹む形状をしていても良い。なお、この案内ローラも、その軸心周りに回動するものが好ましい。

【0110】

(2) 位置

実施の形態では、案内ローラの位置について具体的に説明しなかったが、ガラス管を成形治具の巻き付け溝に緩みなく巻き付けることができる位置であれば良い。この位置は、ガラス管の軟化状態、外径、肉厚、さらには、成形治具に巻き付ける曲率等によって決定される。但し、案内ローラは、支持ローラと成形治具との間に配設する必要がある。

【0111】

10. 巣き付け中の圧力ガスについて

(1) 圧力ガスの種類について

実施の形態では、巣き付け中にガラス管内に送り込む圧力ガスとして、不活性ガスである窒素ガスを用いたが、他のガスであっても良い。他のガスとしては、例えば、同じ不活性ガスであるヘリウム、アルゴン等のほか空気を利用することもできる。但し、軟化状態のガラス管の内部にガスを送り込むために、ガラス管を構成する物質とガスとが反応する可能性があるので、使用するガスには不活性ガスが好ましい。

【0112】

(2) 圧力ガスの圧力について

実施の形態では、圧力ガスの圧力について具体的に説明しなかったが、この圧力は、使用するガラス管の管径及び肉厚、また形成すべき2重螺旋形状の径、つまり成形治具に巣き付ける際のガラス管を湾曲させる曲率やガラス管の軟化状態等により設定されるものである。

【0113】

なお、この圧力ガスの圧力が高いと、ガラス管の径が大きくなり、酷い場合にはガラス管が割れたりする。一方、圧力が低いと、ガラス管が十分に膨らまず、成形された2重螺旋形状が異形となる。

(3) 送り込むタイミングについて

実施の形態では、軟化状態のガラス管を成形治具の頂部に設置した後、成形治具の回転が開始してからのガラス管内に圧力ガスを送り込むタイミングについて、具体的には説明しなかったが、このタイミングは、使用するガラス管の軟化状態、成形治具の回転加速度等により設定される。

【0114】

なお、圧力ガスの送り込むタイミングが早いと、ガラス管における成形治具の頂部に設置された部分が膨らみ過ぎ、逆に、タイミングが遅いとガラス管が膨らみ難くなる。

(4) 圧力ガスの送り込みについて

実施の形態では、ガラス管の両端からガスを送り込んでいるが、例えば、ガラス管の一端を塞ぎ、他端からガスを送り込んでも良い。このようにしても、ガラス管を内部から膨らませることができる。

【0115】

11. 冷却用ガスについて

(1) ガスの種類について

実施の形態では、巣き付け完了時にガラス管内に送り込む冷却用ガスとして、常温の空気を用いたが、巣き付け中に送り込む圧力ガス（ここでは、窒素ガス）と同じにしても良い。

【0116】

(2) 圧力ガスの圧力について

実施の形態では、この圧力ガスの圧力について具体的に説明しなかったが、この圧力は

、使用するガラス管の管径、肉厚、長さ、さらには、形成した2重螺旋形状の径、つまり、成形治具に巻き付けられたガラス管の曲率等により設定されるものである。

なお、圧力が高いと、冷却効果も高くなるが、ガラス管が急冷により割れが生じることもあり、逆に圧力が低いと、冷却効果が低くなり、ガラス管の温度が低下するのに時間がかかり、生産性が悪くなる。

【0117】

(3) ガスの送り込みについて

実施の形態では、ガラス管内への圧力ガスの送り込みはガラス管の端部から行っているが、例えば、ガラス管の一方の端部を開放しておき、他方の端部からガラス管内の空気を吸引して、一方の端部から空気を送り込むようにしても良い。また、実施の形態では、ガラス管の両端からガスを送り込んでいるが、例えば、ガラス管の一端を開閉し、他端からガスを送り込んでも良い。

【産業上の利用可能性】

【0118】

本発明は、不良品の発生を抑えることができる発光管の製造方法に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0119】

【図1】本実施の形態における製造方法により製造された発光管を用いた電球形蛍光ランプの一部を切り欠いた正面図である。

【図2】本実施の形態における製造方法により製造された発光管の一部を切り欠いた正面図である。

【図3】(a)は本実施の形態の製造方法に用いる成形治具の平面図であり、(b)は成形治具の正面図である。

【図4】本実施の形態の製造方法の概略を説明するための図である。

【図5】(a)は加熱炉を図4の(a)のD1-D2線で上下方向に切断してガラス管の移送方向から見た図であり、(b)は加熱炉を図4の(a)のE1-E2線で上下方向に切断してガラス管の移送方向から見た図である。

【図6】本製造方法における移送・設置工程を説明する図である。

【図7】(a)は軟化状態のガラス管を成形治具の頂部に設置したところを示す正面図であり、(b)は軟化状態のガラス管を成形治具の頂部に設置したところを示す平面図である。

【図8】(a)はガラス管を成形治具に巻き始めたところを示す正面図であり、(b)はガラス管を成形治具に巻き始めたところを示す平面図である。

【図9】本製造方法の巻き付け工程を説明する図である。

【図10】巻き付け工程における、巻き付け速度及びチャック部の移動速度と、経過時間との関係を示す図である。

【図11】本実施の形態における製造方法により製造された発光管を用いたコンパクト蛍光ランプの正面図である。

【図12】ガラス管の管内径とランプ効率の関係を示す図である。

【図13】従来の製造方法の概略を説明するための図である。

【図14】従来の製造方法における、加熱炉と成形治具との位置関係を示す図である。

【図15】従来の製造方法における巻き付け工程で、ガラス管が成形治具の巻き付け溝から外れた状態を示す図である。

【図16】従来の製造方法で成形した2重螺旋形状のガラス管の不良品の例を示す図である。

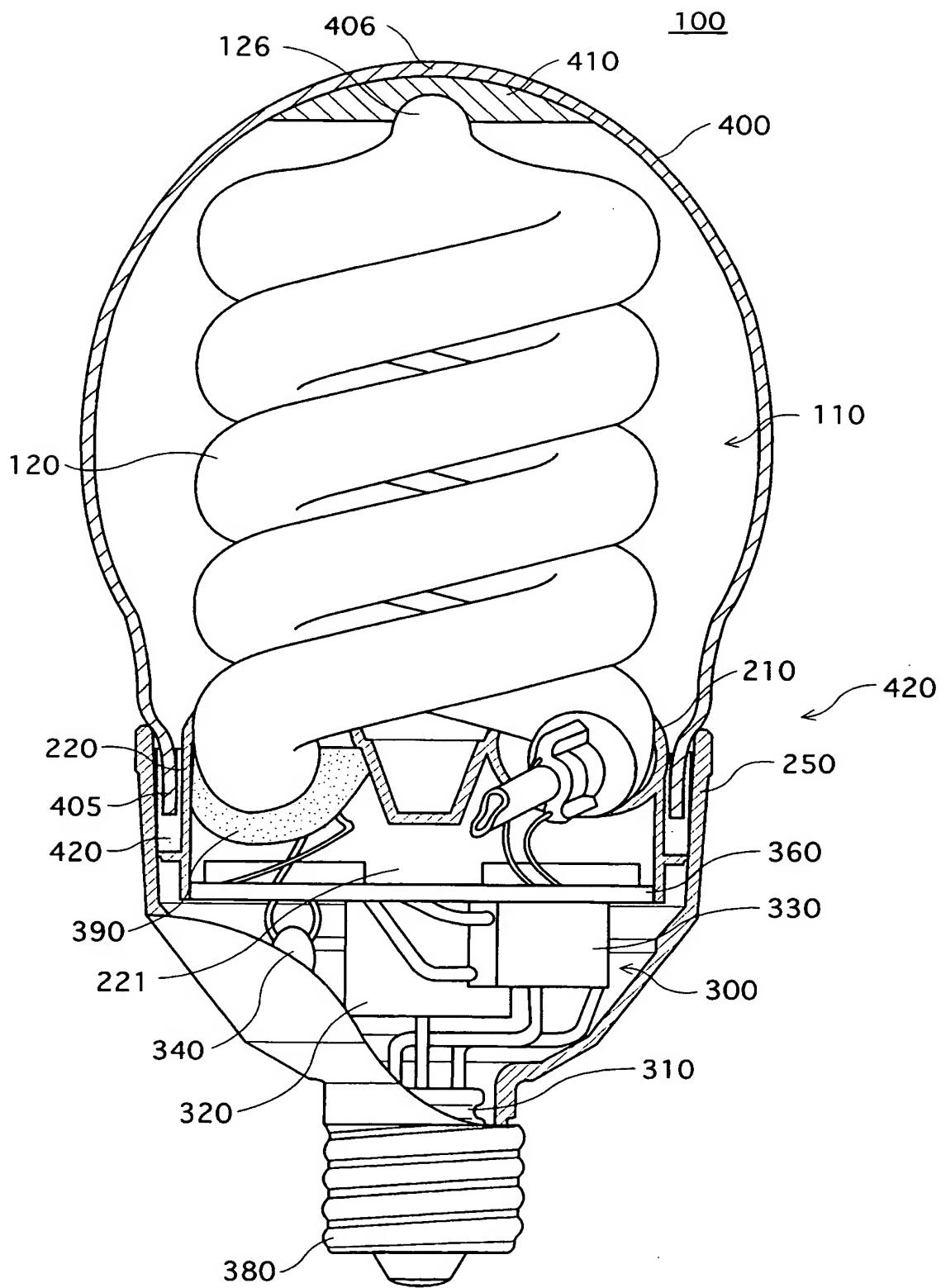
【符号の説明】

【0120】

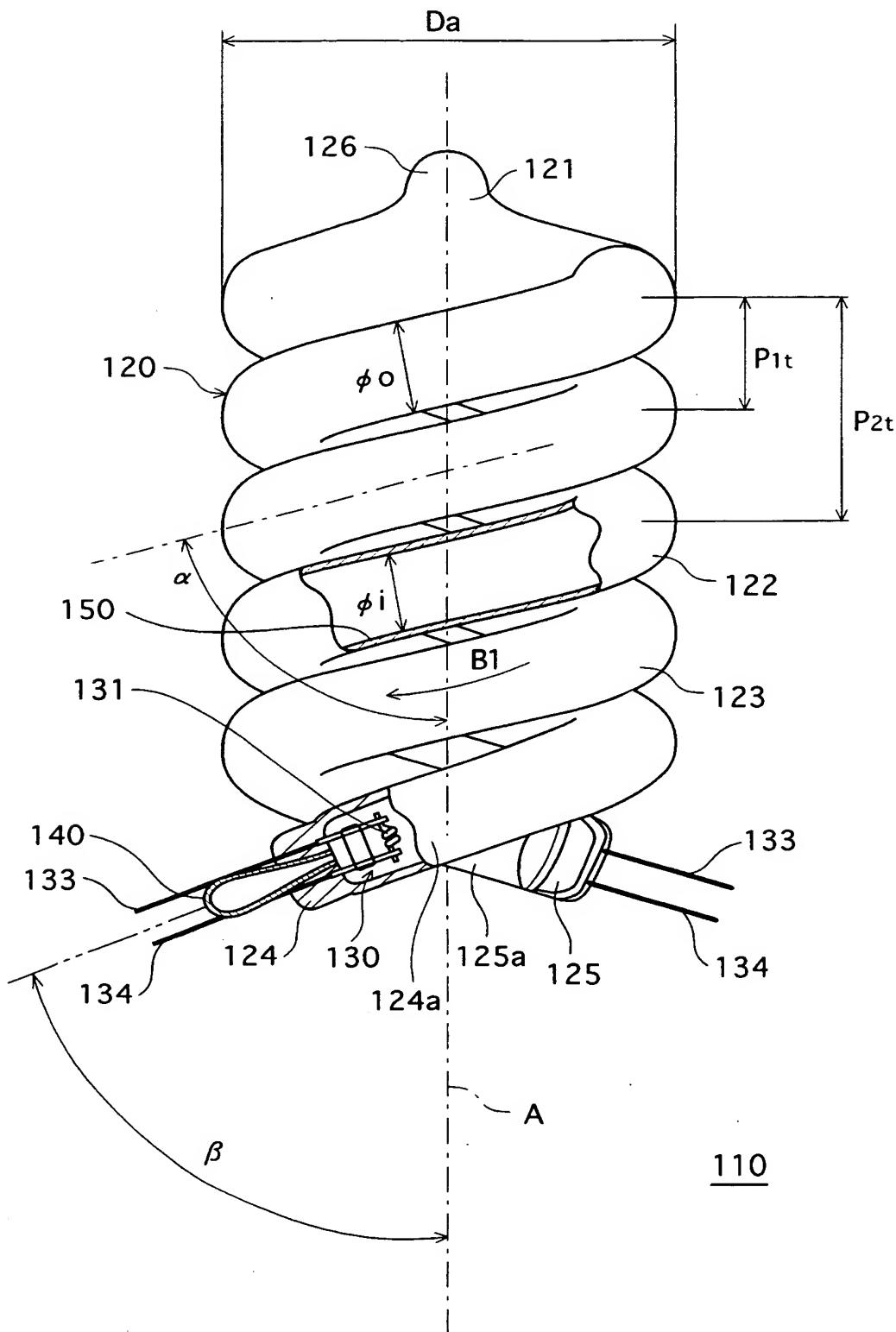
| | |
|-------|----------|
| 1 0 0 | 電球形蛍光ランプ |
| 1 1 0 | 発光管 |

160 ガラス管
161, 162 端部
163 中央部
168, 169 直線部
170 加熱炉
173 トンネル
180 成形治具
181 頂部
182 巻き付け溝
183, 184 掛止部
191, 192 支持ローラ
193, 194 案内ローラ
197, 198 チャック部
D 成形治具の軸心
G a 2重螺旋形成予定域
V r 巻き付け速度
V s 移動速度

【書類名】 図面
【図 1】

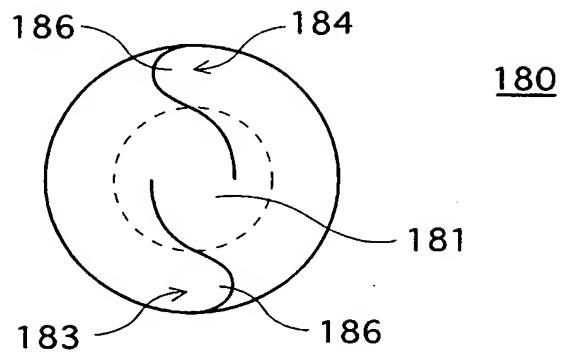


【図2】

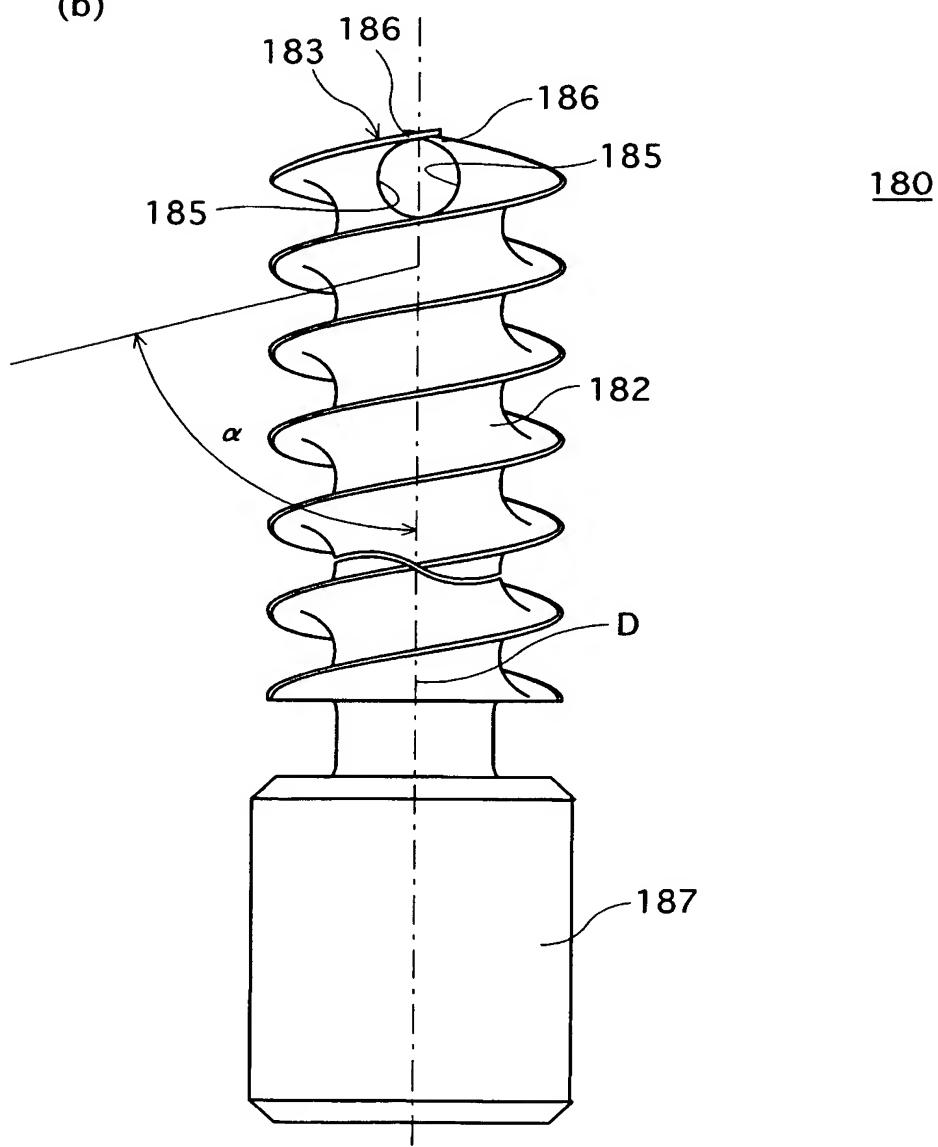


【図3】

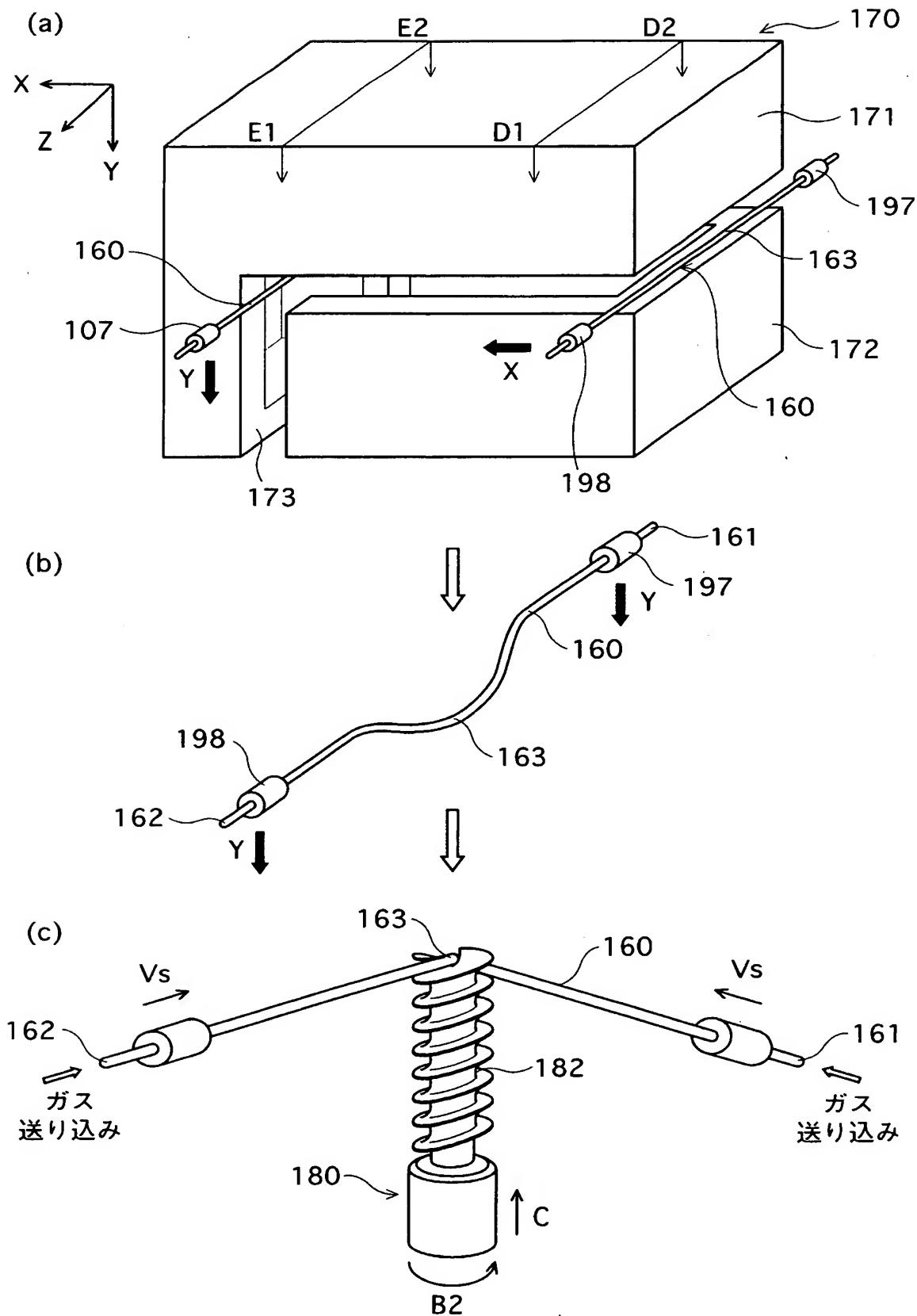
(a)



(b)

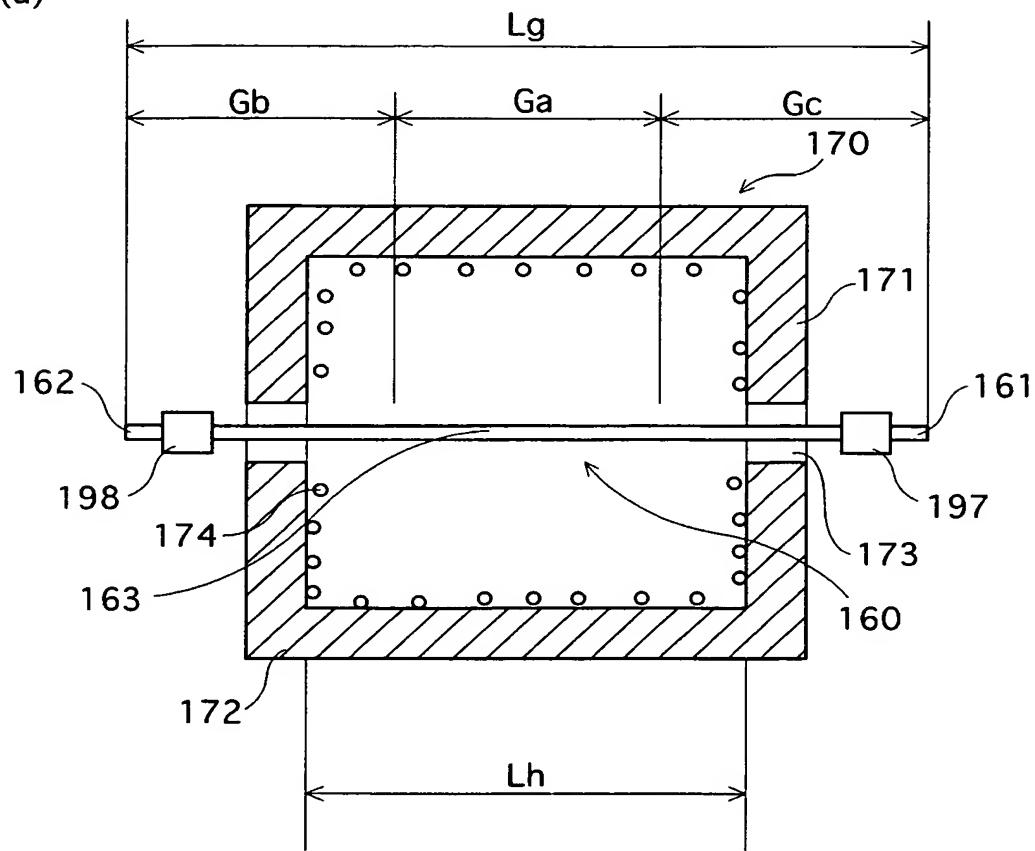


【図4】

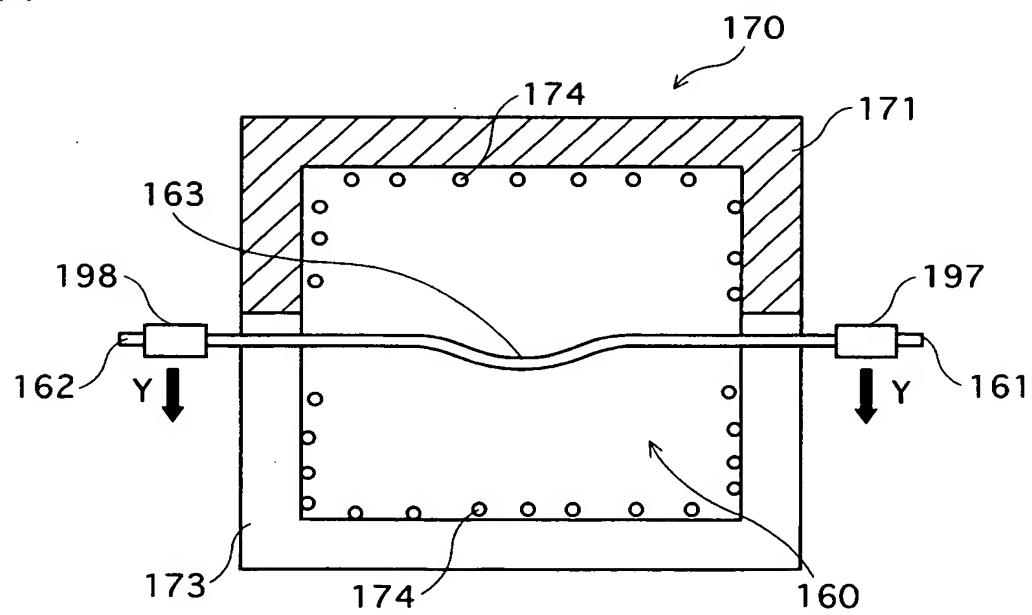


【図5】

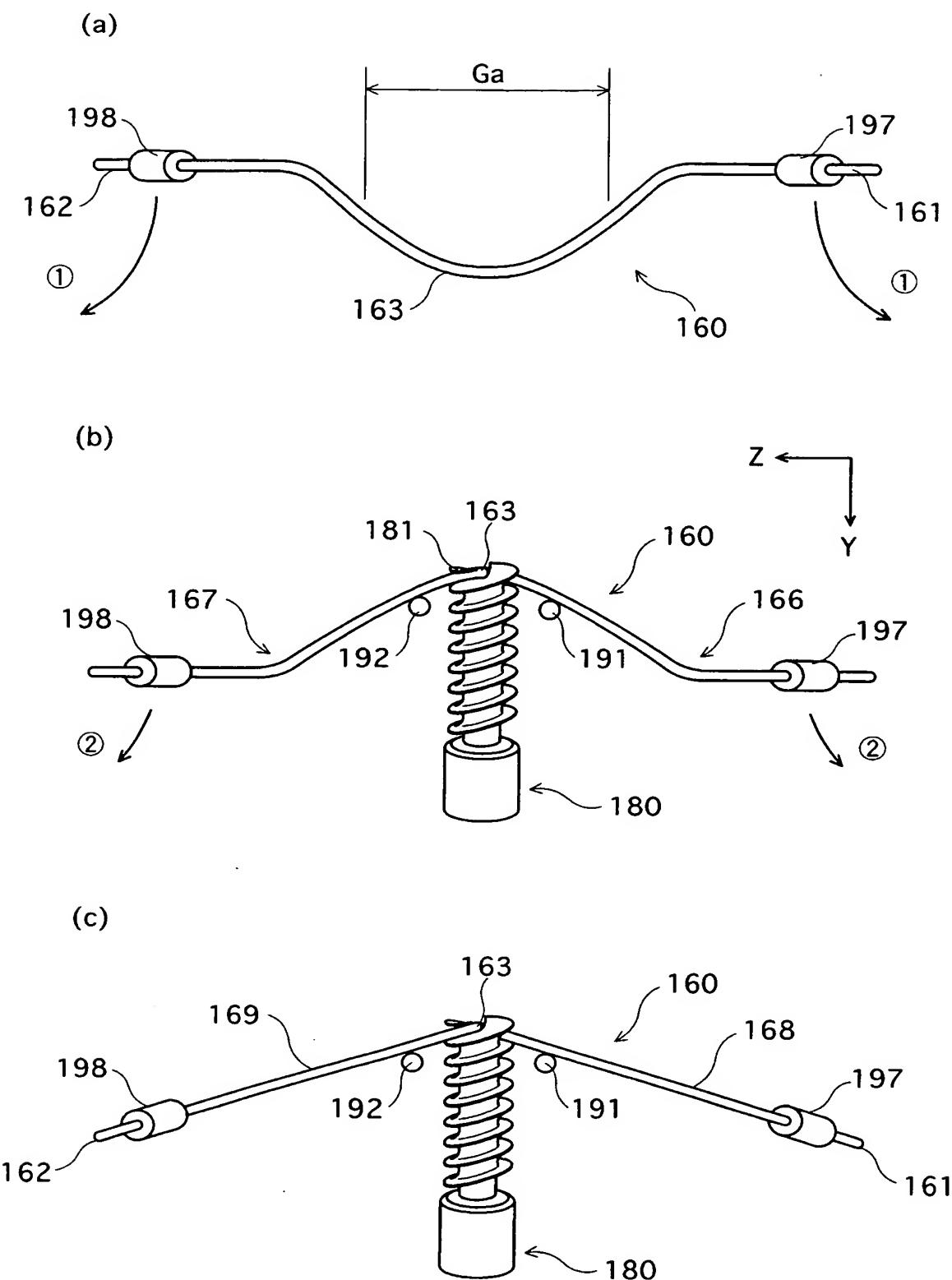
(a)



(b)

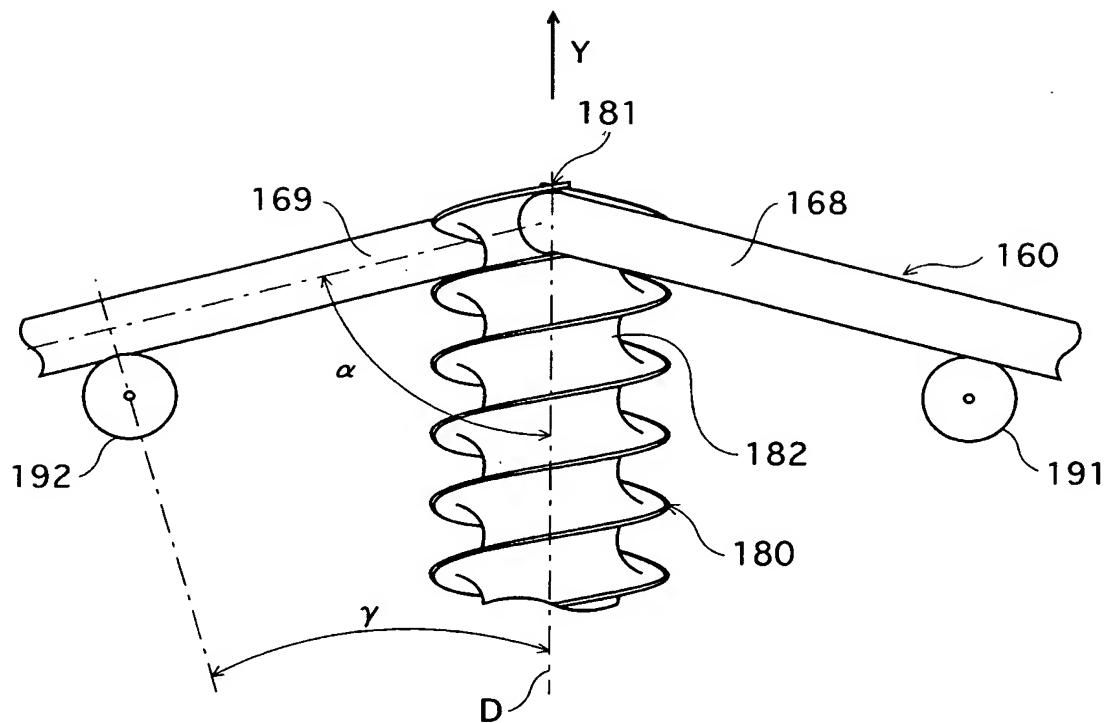


【図6】

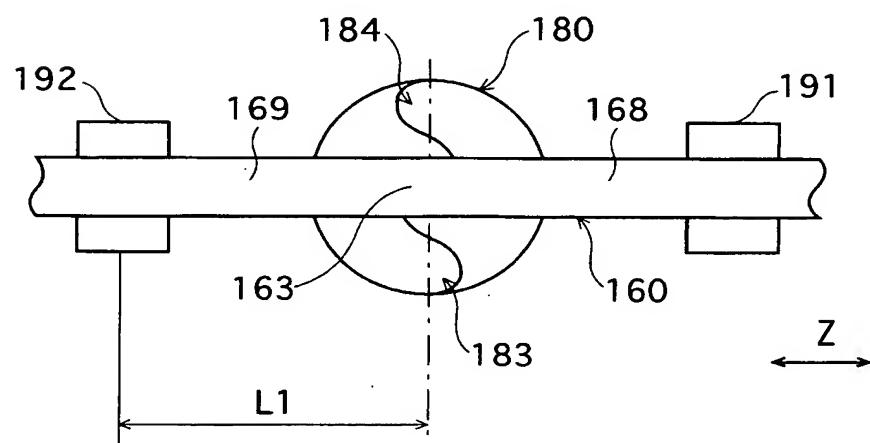


【図 7】

(a)

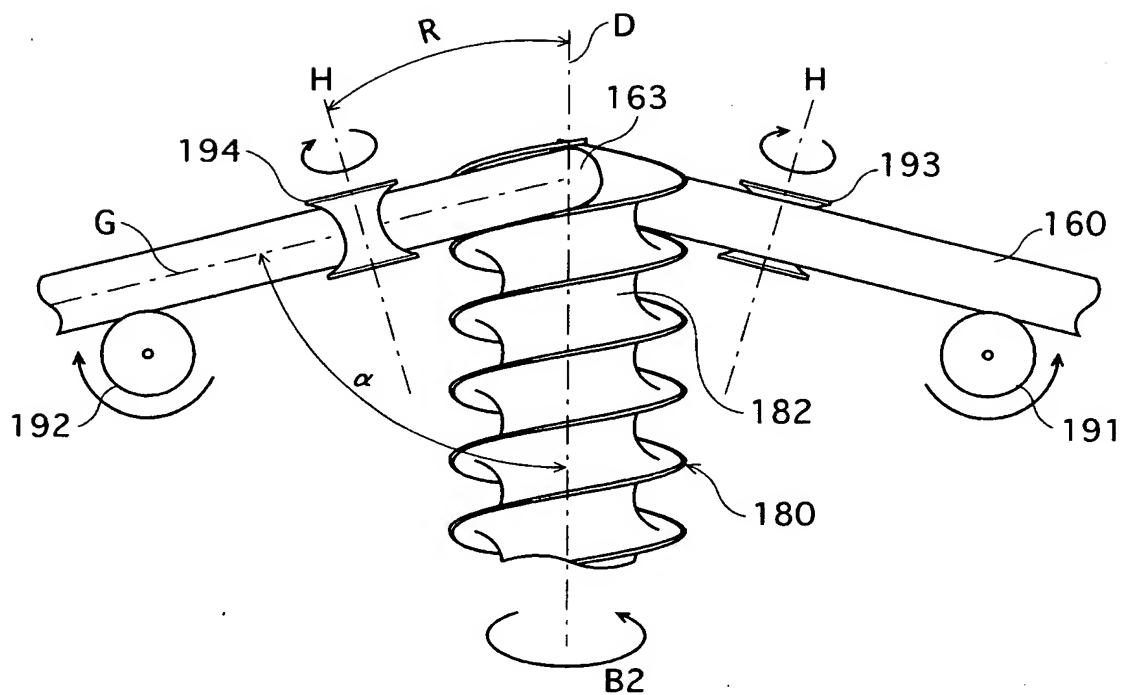


(b)

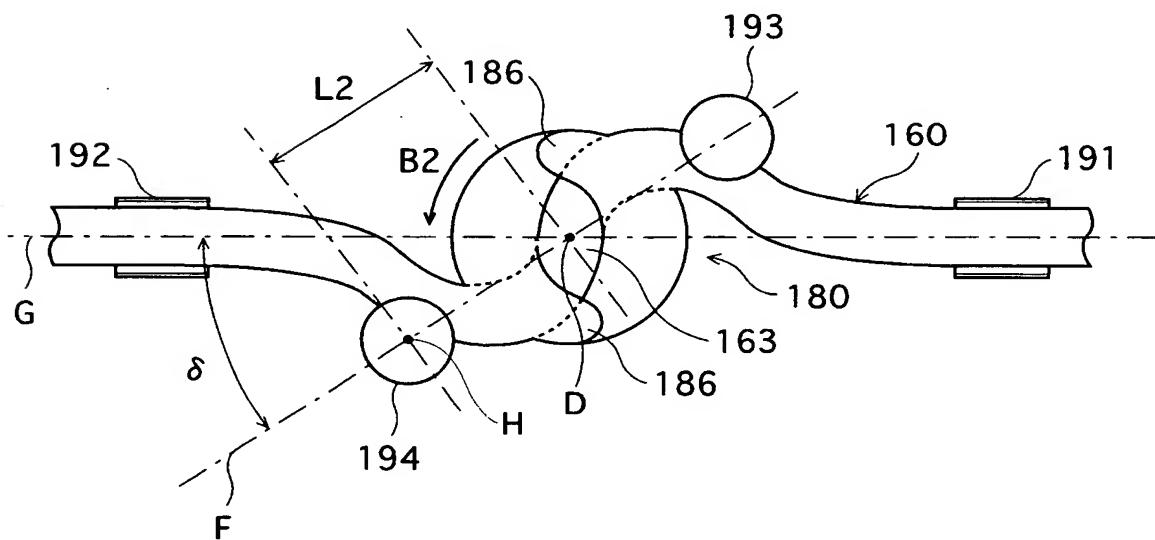


【図8】

(a)

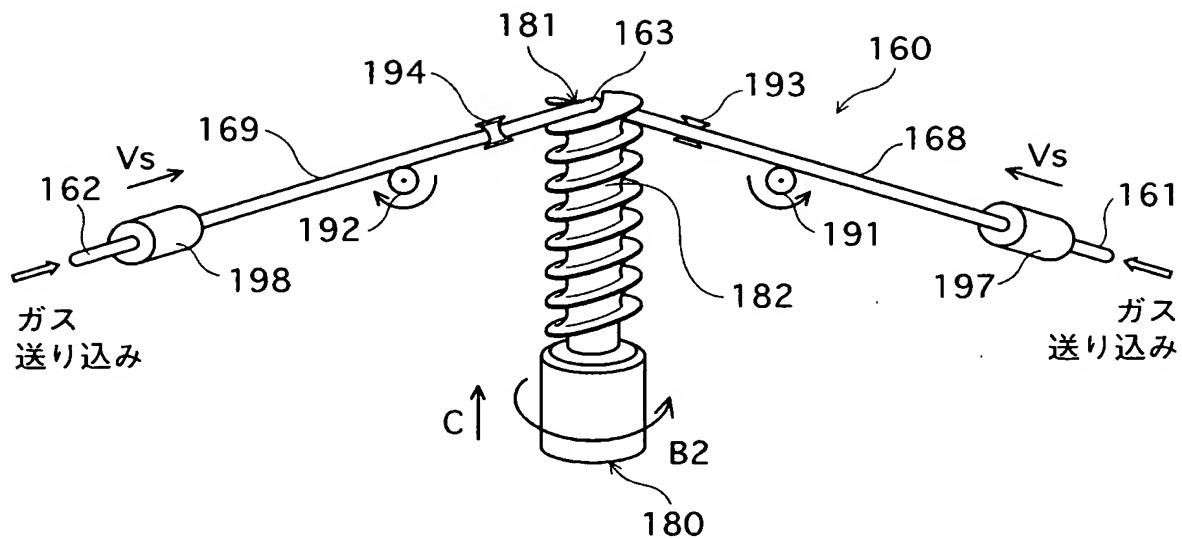


(b)

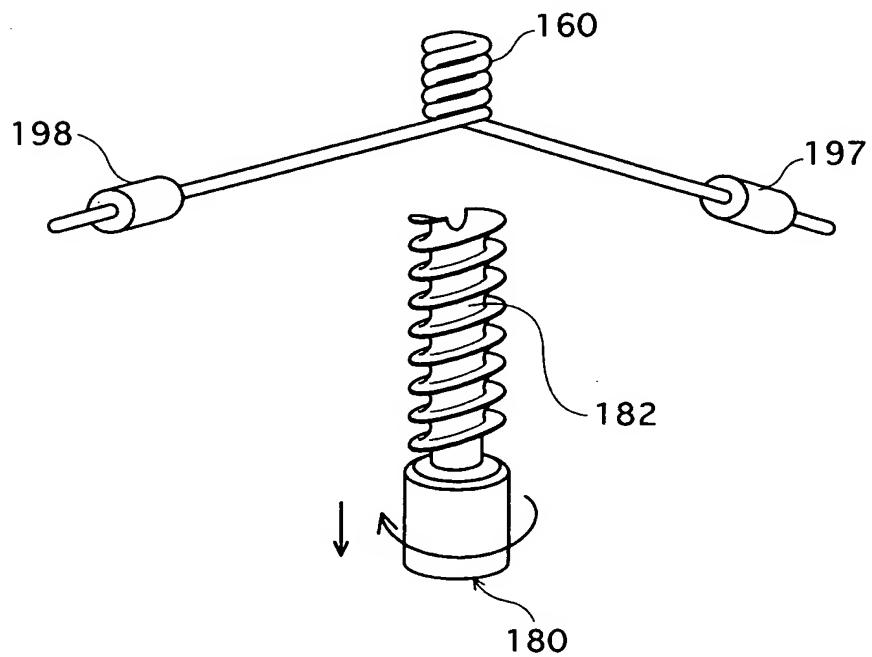


【図9】

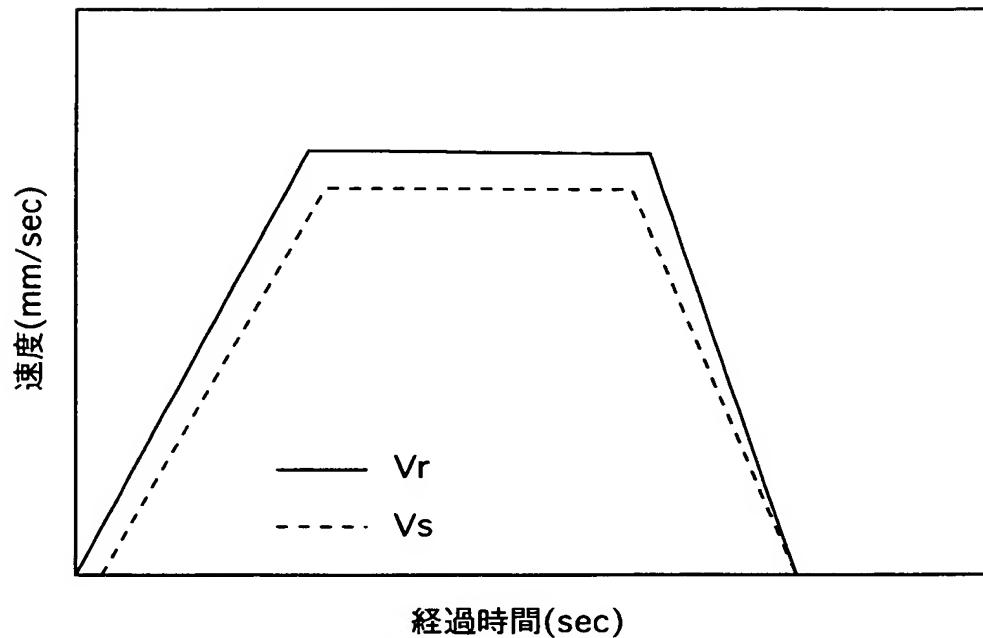
(a)



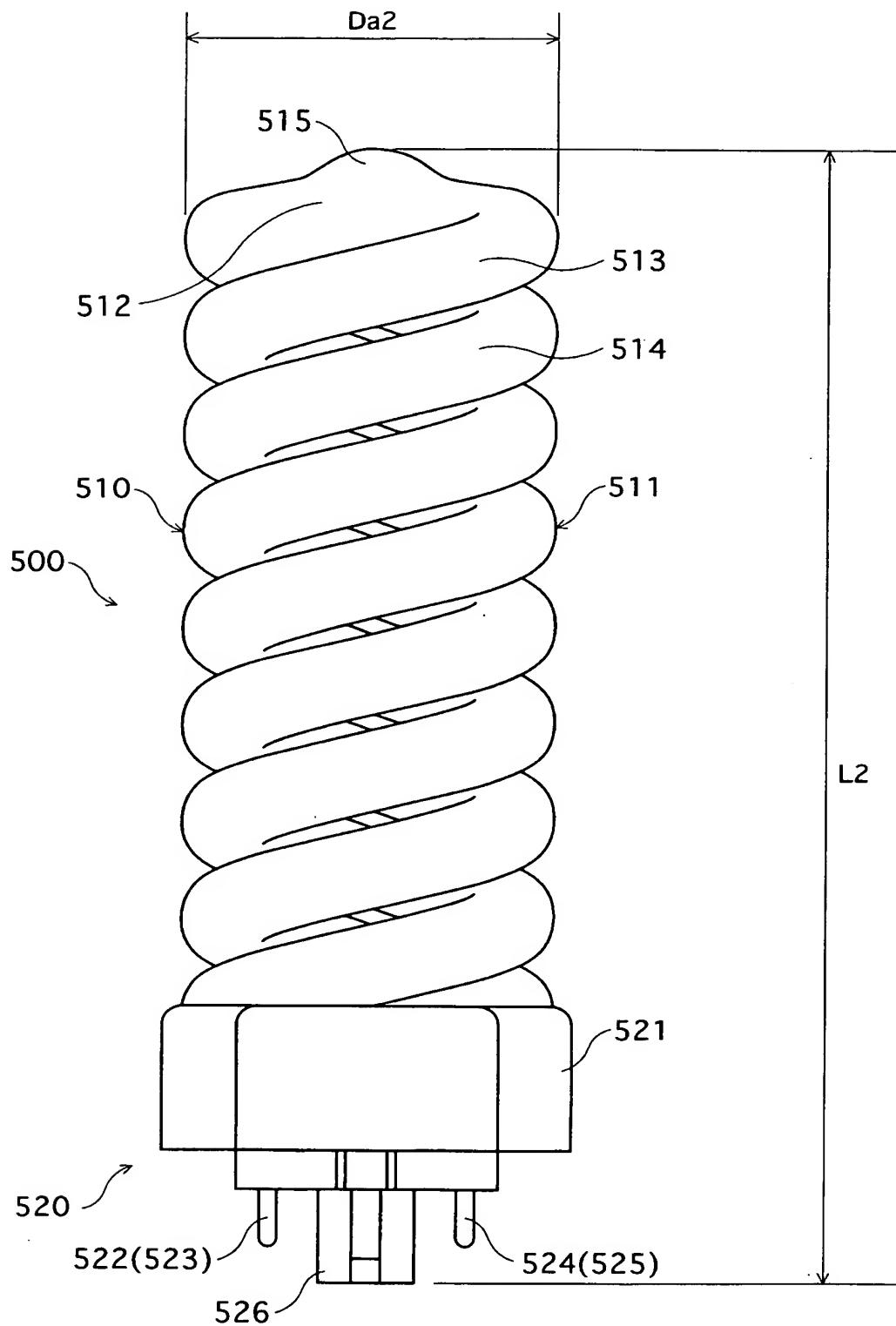
(b)



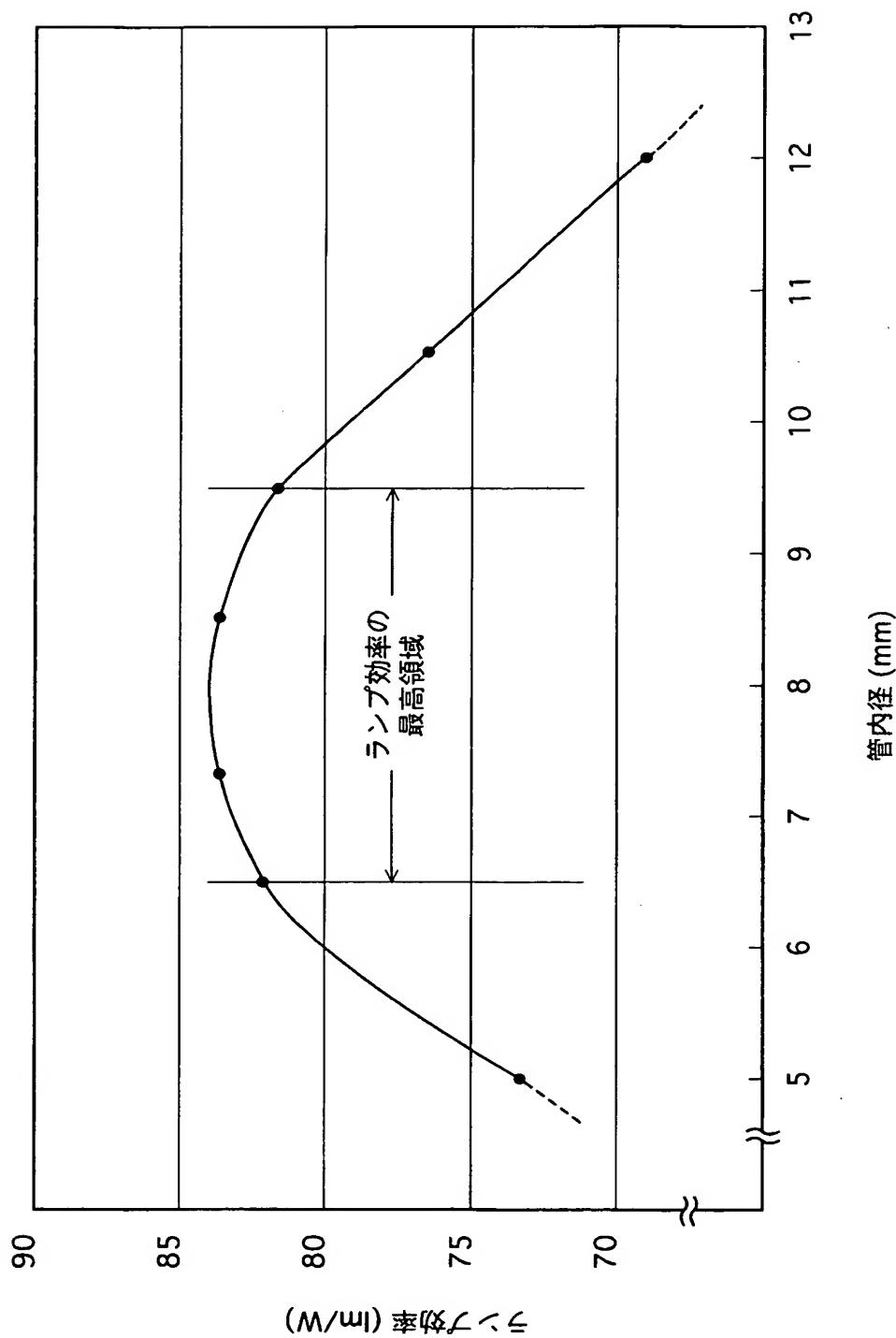
【図10】



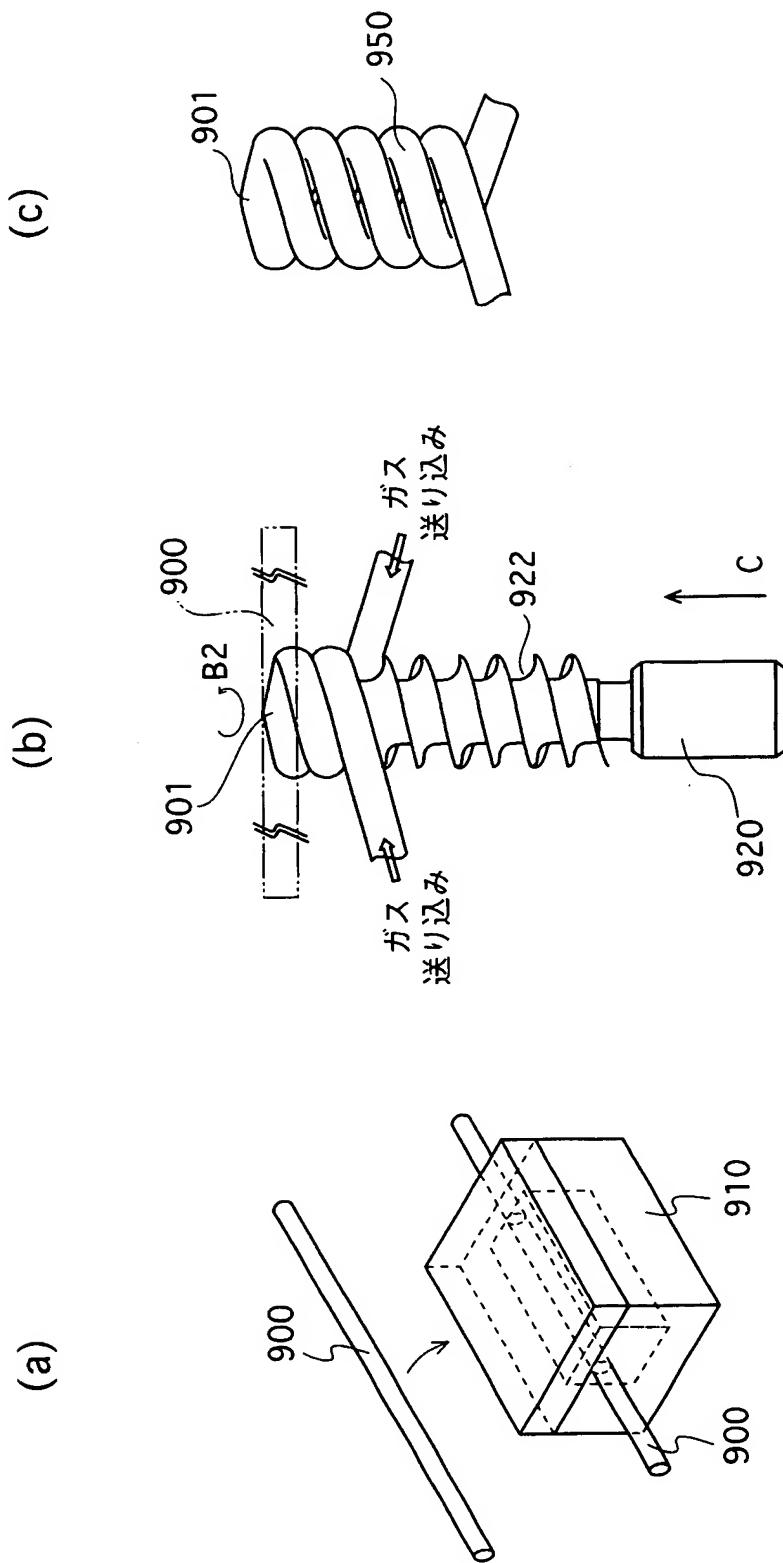
【図11】



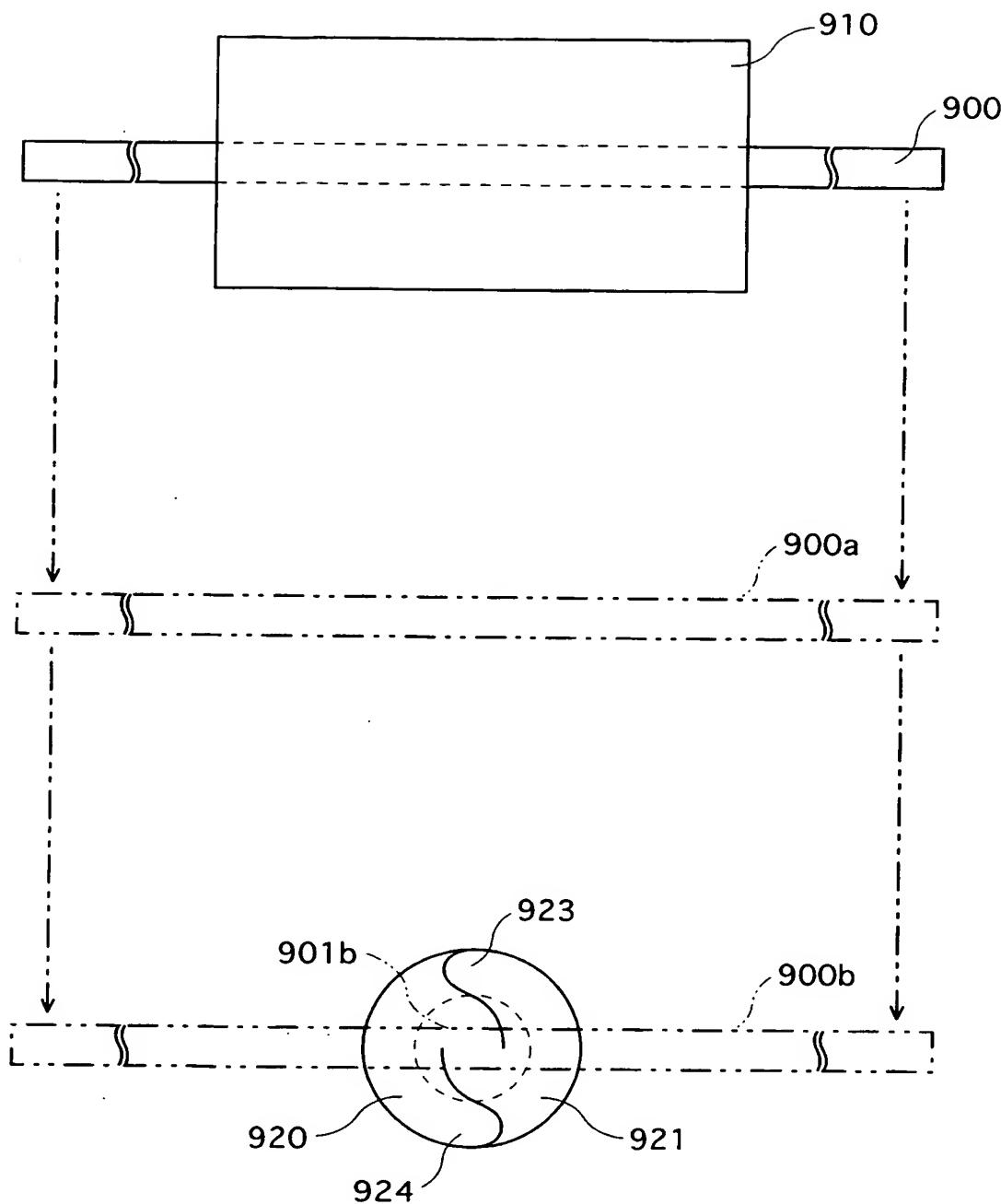
【図12】



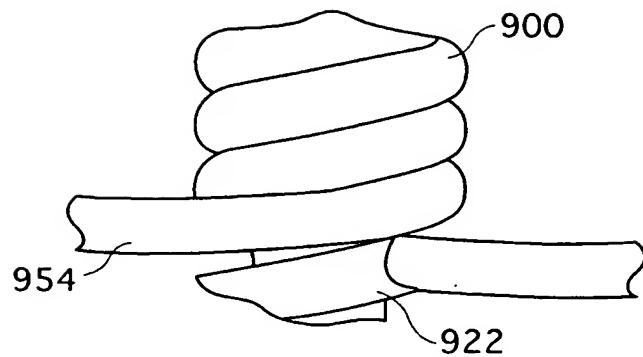
【図13】



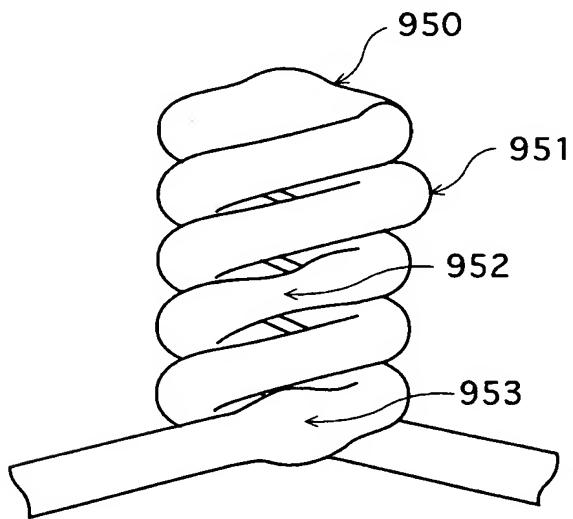
【図14】



【図15】



【図16】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 不良品の発生を抑えることができる発光管の製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 本製造方法は、直管状のガラス管160を加熱炉170で軟化させる軟化工程と、軟化させたガラス管160を移送させて成形治具180の頂部に設置する移送・設置工程と、成形治具180上に設置されたガラス管160を成形治具180の外周に巻き付ける巻き付け工程とを含む。成形治具180は、軟化が開始しているガラス管160の下方に配置されており、軟化させたガラス管160を成形治具180の頂部に設置する際に、ガラス管160を垂下させている。また、巻き付け工程では、ガラス管160を成形治具180に巻き付ける巻き付け速度が、ガラス管160の端部を保持するチャック部197, 198が成形治具180側に移動する移動速度より速くしている。

【選択図】 図4

特願 2004-073962

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏名 松下電器産業株式会社